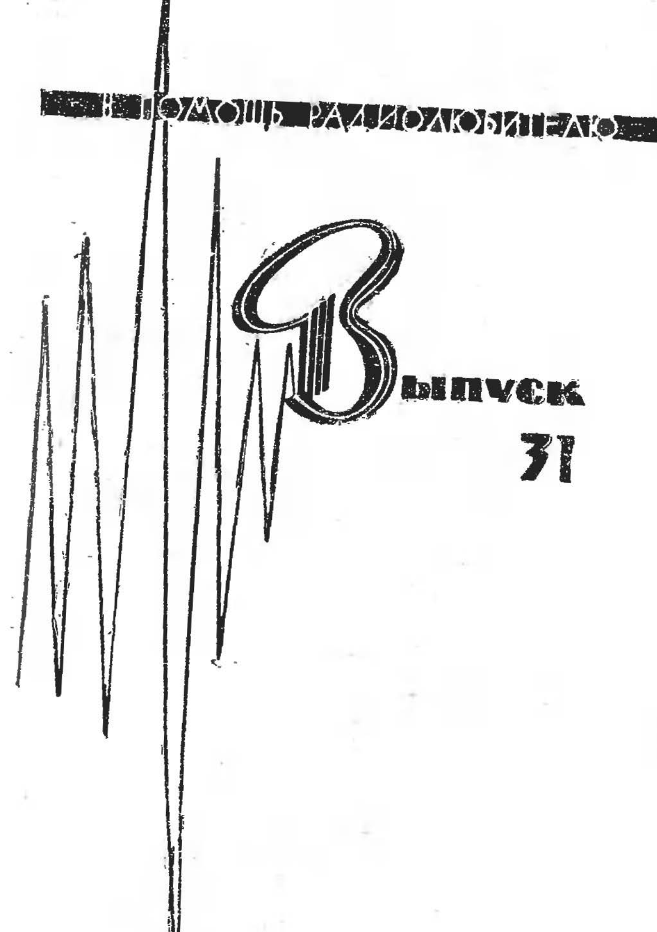



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1969

## СОДЕРЖАНИЕ



---

**В помощь радиолюбителю**

**Выпуск 31**

Редактор Л. А. Енина
Художественный редактор Г. Л. Ушаков
Технический редактор Р. Б. Хазен
Корректор Л. Ю. Александрова

Г-54823 Сдано в набор 26/VIII—68 г.
Подписано к печати 12/XII—68 г. Изд. № 2/4981
Формат 84×108[1]/32 Бумага типографская № 2
Тираж 370 000 экз. Цена 13 к. Объем 2 физ. п. л3, 36 усл. п. л. Уч.-изд. л. 3,137

Издательство ДОСААФ, Москва Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26.

Типография им. Володарского Лениздата, Ленинград, Фонтанка, 57. Зак. 1432.

# ПРОСТОЙ МАГНИТОФОН

**В. Сергеев**

Магнитофон предназначен для записи и воспроизведения речи. Конструкция его лентопротяжного механизма отличается простотой, в ней нет сложных в изготовлении деталей. В магнитофоне использован универсальный усилитель записи и воспроизведения, собранный по схеме, аналогичной усилителю магнитофона «Чайка».

Запись можно производить от микрофона, звукоснимателя, радиоприемника. Воспроизведение звука осуществляется громкоговорителем типа 1-ГД-18, расположенным на панели магнитофона. При необходимости можно подключать внешний громкоговоритель. Скорость движения ленты 47,6 *мм/сек.* Запись двухдорожечная может производиться на ферромагнитной ленте типа 2 или 6. В магнитофоне используются кассеты № 13, что обеспечивает продолжительность звучания каждой дорожки 60 *мин.*

Время ускоренной перемотки вперед и назад 3—4 *мин.*

Магнитофон смонтирован в футляре от проигрывателя «Эльфа». Питается магнитофон от сети 220 или 127 *в.*

**Лентопротяжный механизм.** В лентопротяжном механизме в качестве боковых двигателей применены два асинхронных двигателя: типа «ЭДГ-1» с конденсатор-

ным сдвигом фаз и двигатель типа «АПМ» с червячным редуктором — в качестве ведущего. Вид на панель магнитофона приведен на рис. 1 и 2, основные размеры панели даны на рис. 3. Электрическая схема лентопро-

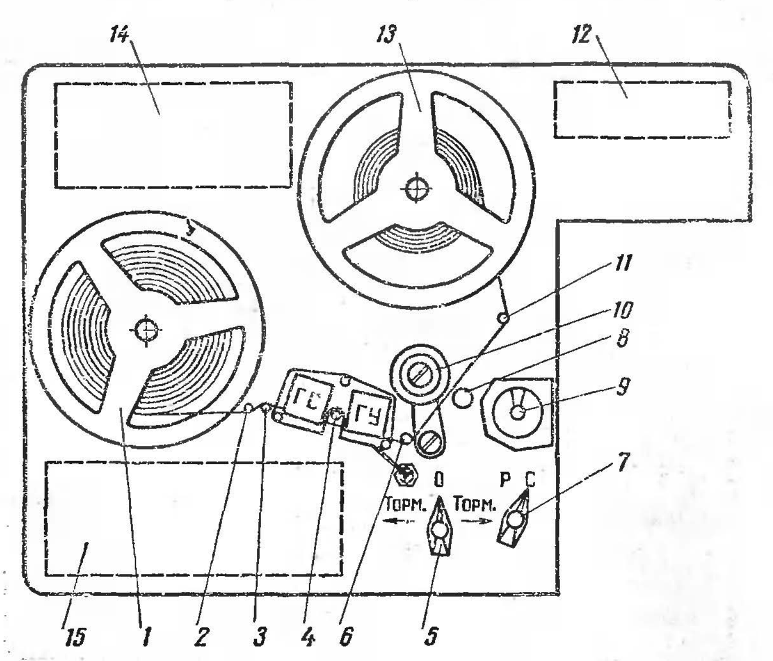



*Рис. 1.* Панель магнитофона, вид сверху: *1* — левая подающая кассета; *2* — направляющая колонка, *3* — направляющая колонка; *4* — отводящий рычаг; *5* — ручка управления перемоткой; *6* — направляющая колонка; *7* — ручка «стоп—работа»; *8* — ведущий вал (ось двигателя АПМ); *9* — индикатор уровня записи; *10* — прижимной ролик; *11* — направляющая колонка; *12* — место расположения выключателя магнитофона, выключателя громкоговорителя, индикаторной лампочки, предохранителя; *13* — правая принимающая кассета; *14* — место расположения громкоговорителя; *15* — место расположения усилителя

тяжного механизма с блоком питания магнитофона приведена на рис. 4.

Работает механизм следующим образом (см. рис. 1 и 4). При записи или воспроизведении ручка 7 переводится в рабочее положение *«Р»*, при этом через переключатель $П_1$ напряжение 220 *в* подается на ведущий

двигатель, а через гасящие резисторы $R_1$ и $R_3$ и переключатель $П_2$ — на левый и правый двигатели. В этом случае левый двигатель работает в режиме подтормаживания, а правый — в режиме подмотки. Лента сматывается с левой подающей кассеты *1,* проходит по направляющим колонкам *2, 3,* магнитным головкам, направляющей колонке *6,* между ведущим валом *8* и при-

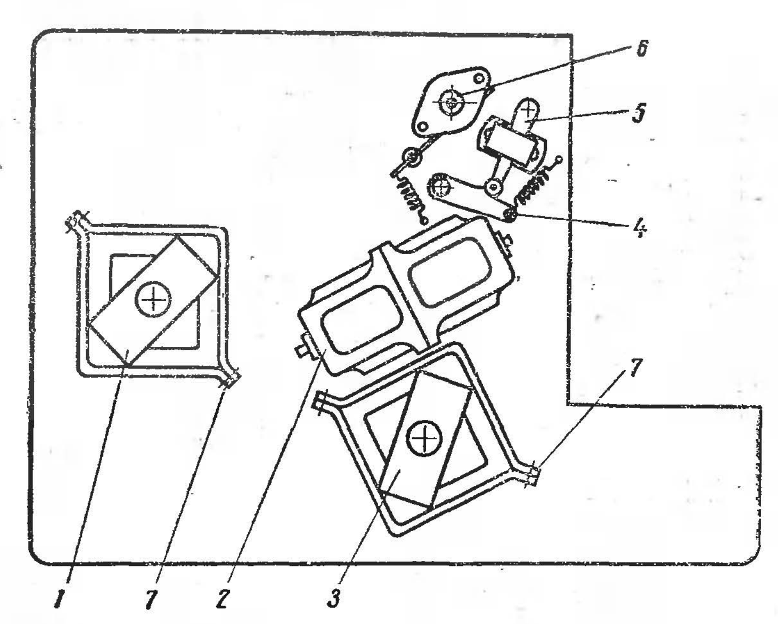



*Рис. 2.* Панель магнитофона, вид снизу: *1, 3* — электродвигатели ЭДГ-1; *2* — электродвигатель АПМ; *4* — рычаг прижимного ролика; *5* — узел переключения режимов «стоп—работа»; *6* — узел включения перемотки; *7* — скоба. Остальные элементы магнитофона условно не показаны

жимным роликом *10* и наматывается на правую приемную кассету *13.* При перемотке влево ручка *5* ставится в положение « ← » (при этом лента отводится от магнитных головок с помощью рычага *4*), через переключатель $П_2$ на левый двигатель подается напряжение 220 *в,* а на правый двигатель — постоянное напряжение для подтормаживания. Перемотка вправо происходит аналогично (ручка *5* ставится в положение « → »).

При питании двигателя постоянным током тормозящий момент двигателя зависит от оборотов его вала: чем больше оборотов в единицу времени, тем больше тормозящий момент. Это обстоятельство позволяет использовать в качестве боковых маломощные двигатели с подкассетниками, закрепленными непосредственно на валу. При этом перемотка ленты получается плавной, достаточно быстрой, не создается опасности остановки кассет до окончания перемотки, т. к. при снижении ско-

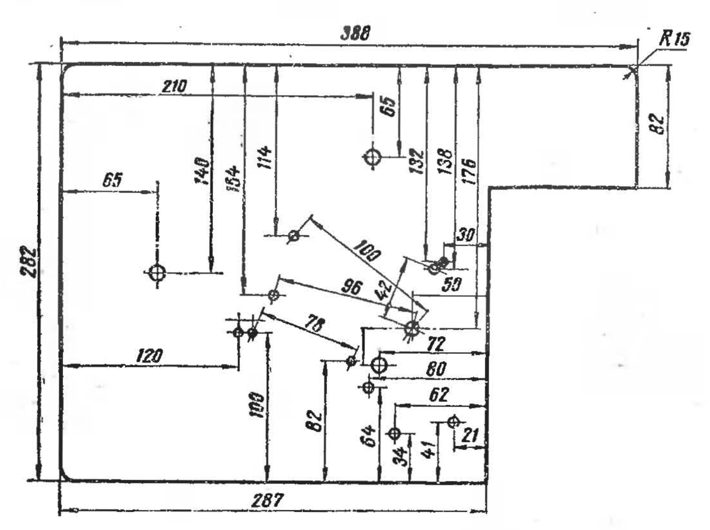



*Рис. 3.* Основные размеры панели.
Материал — дюралюминий листовой, толщиной 3,5 *мм*.

рости перемотки снижается и тормозящий момент. В то же время перематывающий двигатель не развивает чрезмерно больших оборотов и не рвет ленту: при увеличении скорости перемотки возрастает нагрузка на его вал от тормозящего двигателя. Плотность намотки ленты получается удовлетворительной. В описываемом магнитофоне нет механических тормозов. При необходимости остановки перемотки переключатель $П_2$ на 2—3 *сек* задерживается в положении «тормоз», тогда через обмотки тормозящего двигателя протекает постоянный ток (около 200 *ма*), а перематывающий двигатель обесточивается. В этом случае происходит быст-

рая плавная остановка ленты без образования петель и обрывов. Затем переключатель $П_2$ ставится в положение «0».

Детали лентопротяжного механизма и устройство узлов включения перемотки и переключения режимов «стоп—работа» показаны на рис. 5, 6, 7, 8, 9. При изготовлении деталей необходимо учесть следующее: в узле включения перемотки (рис. 7) гайка, крепящая втулку 2 к панели, должна при свинчивании свободно

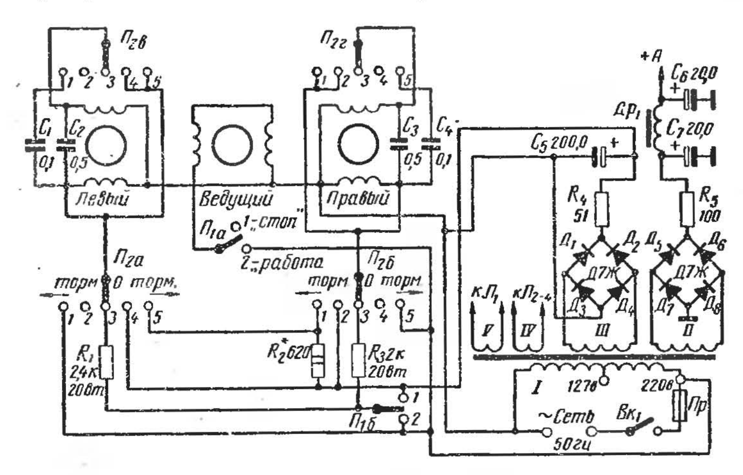



*Рис. 4.* Электрическая схема лентопротяжного механизма и блока питания. $П_1$ — двухполюсный тумблер; $П_2$ — переключатель галетный типа 5П4Н; $Д_1$—$Д_8$ — диоды типа Д7Ж

сниматься (через рычаг *1*). Для закрепления кулачка *6* переключатель *7* разбирается, в пластине его фиксатора сверлятся два отверстия (или пропиливаются пазы) под винты или заклепки. Неточность изготовления и сборки узла можно исправить, подгибая рычаг *1*, пластину *5* и спиливая кулачки *6* в процессе регулировки механизма.

В узле переключения режима «стоп—работа» (рис. 8) используется прижимной ролик от магнитофона «Днепр» (первых выпусков). При сборке и регулировке узла необходимо обеспечить ход планки *3*, достаточный для срабатывания переключателя *4* и отжима прижимного ролика *1* от оси ведущего двигателя на 3—5 *мм*. Фикса-

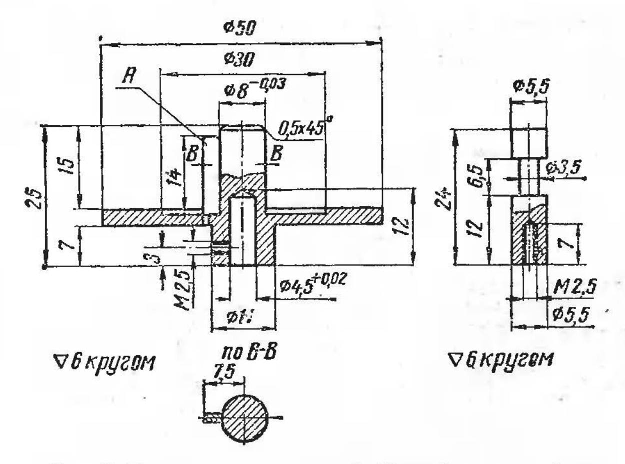



*Рис. 5.* Подкассетник, сталь 3 (2 шт.); деталь А — пластинка, припаивается в двух точках к подкассетнику; направляющая колонка, латунь (4 шт.)

ция переключателя режима «стоп—работа» в крайних положениях осуществляется выступом *«А»* на планке прижимного ролика *1* и головкой переключателя *4*. Центробежный регулятор оборотов двигателя «АПМ» должен быть удален либо застопорен. Ось двигателя, являющаяся тонвалом, укорачивается на 10—12 *мм* и протачивается в соответствии с размерами, указанными на рис. 6.

*Рис. 6.* Тонвал — ось ведущего двигателя.

**Усилитель,** применяемый в магнитофоне, не отличается от усилителя магнитофона «Чайка». Магнитные головки применены от магнитофона «Астра». Конструктивно усилитель выполнен в виде двух узлов. Предварительные каскады и высокочастотный генератор размещаются на алюминиевой скобе, закрытой стальным кожухом с размерами 175×60× ×87 *мм*, а оконечный каскад — вместе с выходным трансформатором и громкоговорителем. Переключатель рода работ усилителя, регуляторы громкости и темб-

ра, а также гнезда для подключения микрофона, звукоснимателя и внешнего громкоговорителя выведены на панель магнитофона.

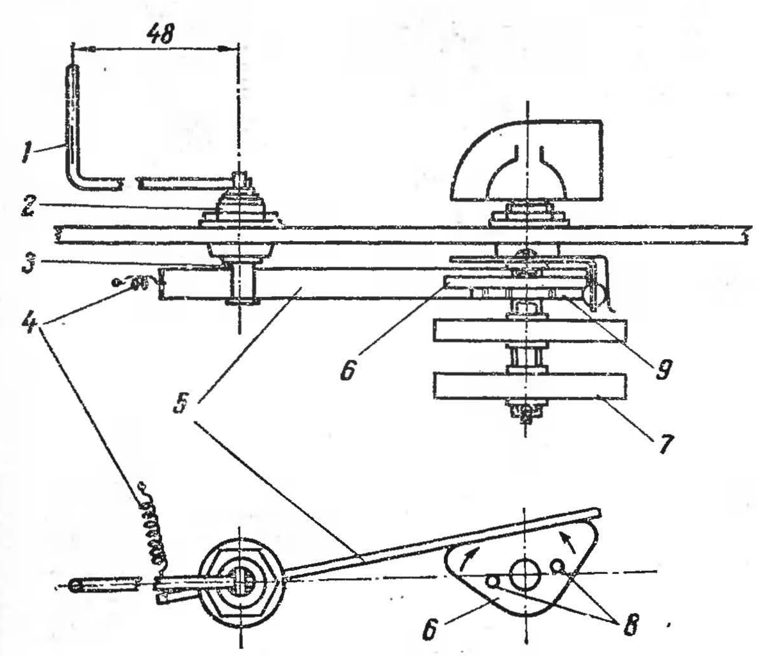



*Рис. 7.* Схематическое устройство узла включения перемотки: *1* — рычаг отвода ленты, проволока стальная, 2,2 *мм* (на оси *3* закрепляется пайкой); *2* — втулка (от потенциометра типа СП2); *3* — ось (от потенциометра типа СП2); *4* — пружина; *5* — планка, сталь 3, на оси закрепляется пайкой; *6* — кулачок, латунь, закрепляется на фиксаторе галетного переключателя *7*; *7* — галетный переключатель типа 5П4Н; *8* — отверстия для крепления кулачка *6* (винтами или заклепками) к пластине фиксатора переключателя *7*; *9* — пластина фиксатора переключателя; Переключатель *7* узла показан в положении «0». Направления поворота кулачка при включении перемотки показаны стрелками

**Блок питания** состоит из силового трансформатора, выпрямителей с фильтрами для питания анодов ламп и обмоток двигателей в режиме перемотки и торможения (см. рис. 4).

Силовой трансформатор имеет сердечник Ш16, тол-

щина набора 73 *мм*. Сетевая обмотка состоит из 555 витков провода ПЭЛ 0,64 (отвод на 127 *в*), плюс 410 витков провода ПЭЛ 0,51 (вывод на 220 *в*). Обмотка *II* имеет 1050 витков провода ПЭЛ 0,16, обмотка *III* —

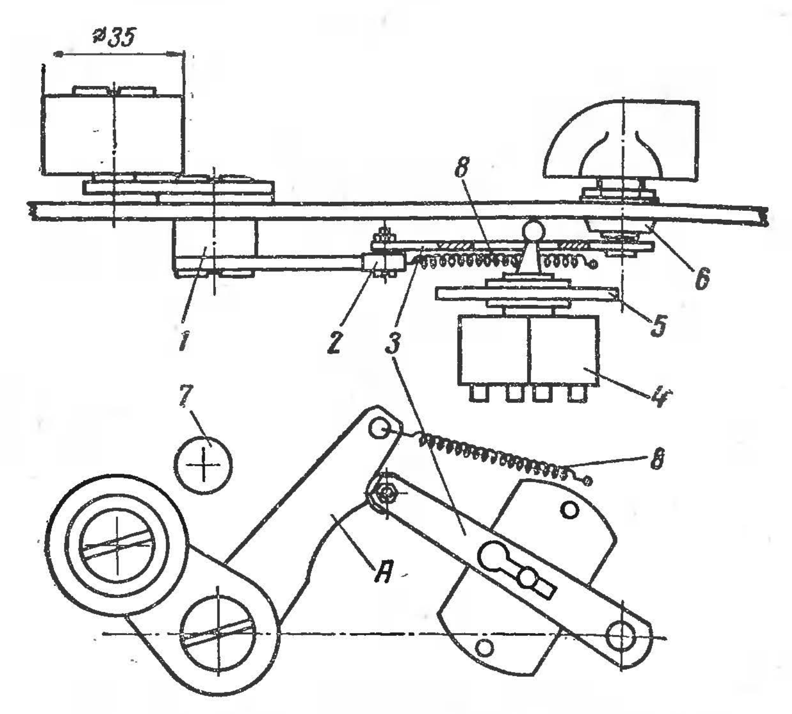



*Рис. 8.* Схематическое устройство узла переключения режимов «стоп—работа»: *1* — прижимной ролик; *2* — шариковый подшипник, *8 мм*; *3* — планка, сталь 3; на оси закрепляется пайкой; *4* — переключатель типа «двухполюсный тумблер»; *5* — панелька крепления переключателя *4* (привинчивается к основной панели); *6* — втулка и ось ручки управления «стоп—работа» (от потенциометра типа СП2); *7* — ось (тонвал) ведущего двигателя; *8* — пружина.
Переключатель показан в положении «стоп»

170 витков провода ПЭЛ 0,25, обмотка *IV* — 30 витков провода ПЭЛ 0,8 и обмотка *V* — 27 витков провода ПЭЛ 0,64. Дроссель $Др_1$ имеет сердечник Ш9, толщина набора 25 *мм*. Обмотка дросселя содержит 2400 витков провода ПЭЛ 0,16.

**Сборка и налаживание магнитофона.** Все детали магнитофона установлены на панели, которая закрепляется в ящике с помощью уголков и винтов. Силовой трансформатор располагается на выступающей части панели. Громкоговоритель закрепляют на фанерной подложке толщиной 8—10 *мм,* привернутой к панели. Отверстие под громкоговоритель затягивают цветной

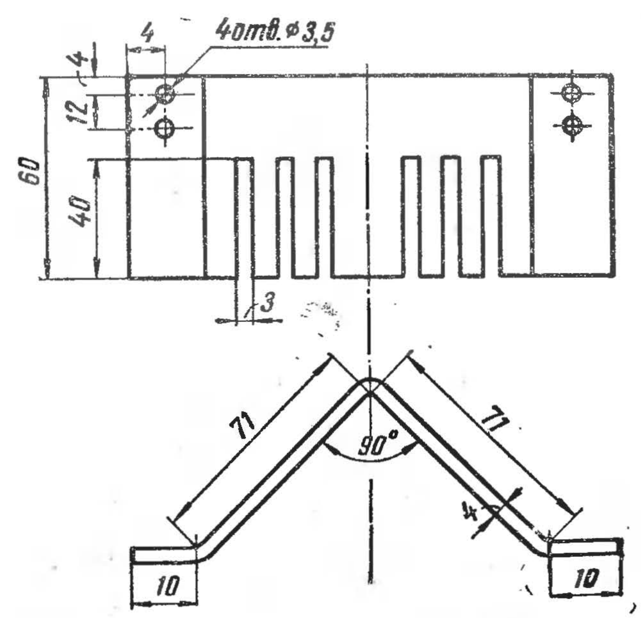



*Рис. 9.* Скоба для двигателей ЭДГ-1, алюминий листовой (4 шт.)

тканью. Магнитные головки размещают на стальной пластинке в пермаллоевых экранах. В месте крепления ведущего двигателя снизу панели прокладывают лист пермаллоя размером 120×65 *мм,* толщиной 0,5 *мм.* Для уменьшения нагрева к двигателям ЭДГ-1 крепятся скобы *7* (см. рис. 2) из листового алюминия толщиной 4 *мм* (рис. 9). Навесные детали (диоды, резисторы и т. п.) размещают на расшивочных панелях. Монтаж ведется проводом типа МГШВ-0,35. При налаживании магнитофона регулируют величину отвода ленты рычагом *4* (см. рис. 1) и величину отжима прижимного ролика

путем перемещения шарикового подшипника *2* (см. рис. 8). С помощью резистора $R_2$ (см. рис. 4) устанавливают время перемотки ленты 3—4 *мин.*

## КАРМАННЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

**В. Львов**

Карманный радиоприемник собран на пяти транзисторах и рассчитан на работу в диапазоне средних и длинных волн (200—1800 *м*).

Регулировка громкости и выключение питания осуществляется одной ручкой. Приемник обладает большой чувствительностью и достаточной избирательностью. Это дает возможность в вечернее время, когда слышимость многих радиостанций значительно улучшается, принимать более удаленные станции. Максимальная выходная мощность усилителя НЧ около 70 *мвт.* Ток покоя составляет 6—8 *ма.* При максимальной мощности величина потребляемого тока доходит до 20—25 *ма.*

Питание приемника осуществляется от аккумуляторной батареи, состоящей из четырех последовательно соединенных дисковых аккумуляторов типа Д-0,2. Запаса энергии аккумуляторов хватает на 12—15 *ч* непрерывной работы при среднем уровне громкости. Приемник собран в промышленном корпусе с размерами 113×71×35 *мм.* Вес приемника около 250 *г.*

**Принципиальная схема** приемника приведена на рис. 1. Приемник выполнен по схеме прямого усиления 2—V—3. Второй каскад приемника ($T_2$) является рефлексным. Перестройка входного контура производится конденсатором $C_1$, который вместе с катушкой $L_1$ образует антенный контур. Связь антенного контура с первым каскадом усилителя высокой частоты, собранным на транзисторе $T_1$, индуктивная. Она осуществляется с помощью катушки связи $L_2$. Нагрузкой первого каскада ВЧ служит первичная обмотка широкополосного высокочастотного трансформатора $L_3$, $L_4$. Второй каскад усилителя ВЧ, собранный на транзисторе $T_2$, одновременно служит для предварительного усиления низкочастотного сигнала. Нагрузкой этого каскада по высокой

частоте является дроссель $L_5$, а по низкой частоте — резистор $R_3$. В качестве детектора служит германиевый диод $Д_1$ типа Д9. Во втором каскаде усилителя НЧ $T_2$ введена отрицательная обратная связь по току. С помощью ее осуществляется температурная стабилизация каскада, и с введением емкости $C_6$ производится частотная коррекция усилителя. Нагрузкой каскада служит первичная обмотка согласующего трансформатора $Тр_1$.

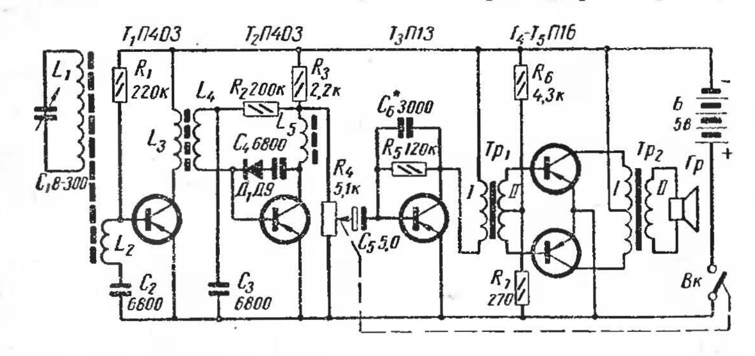



*Рис. 1.* Принципиальная схема приемника

С целью достижения экономичности и минимального коэффициента нелинейных искажений, каскад усиления мощности, собранный на транзисторах $T_5$, $T_6$, выполнен по двухтактной схеме и работает в режиме класса АВ. Температурная стабилизация этого каскада осуществляется при помощи делителя $R_6$, $R_7$. Каскад нагружен на низкоомный динамический громкоговоритель мощностью 100 *мвт* и сопротивлением звуковой катушки постоянному току 8 *ом*.

Рабочие токи транзисторов $T_1$, $T_2$ и $T_3$ устанавливаются резисторами $R_1$, $R_2$, $R_5$. Напряжение смещения на базах транзисторов оконечного каскада задается делителем $R_6$, $R_7$.

Режим работы транзисторов и необходимые коэффициенты усиления по постоянному току указаны в таблице 1.

**Конструкция и детали.** Приемник размещен в футляре, в верхнюю крышку которого вмонтирован динамический громкоговоритель, аккумуляторная батарея, гнезда для подключения зарядного устройства и монтажной

*Таблица 1*

| Обозначение по схеме | Тип транзистора | Коэффициент усиления по току *B* | Ток коллектора, *ма* |
|---|---|---|---|
| $T_1$ | П401 П403 | 40—80 | 0,8—1,5 |
| $T_2$ | " | 40—80 | 0,3—0,5 |
| $T_3$ | П13 П16 | 10—20 | 0,2—0,3 |
| $T_4$, $T_5$ | " | 40—80 | 2 —3 |

платы. Отдельное зарядное устройство позволяет производить перезарядку аккумуляторов от сети переменного тока, не вынимая аккумуляторной батареи из корпуса приемника.

Внешний вид приемника и вид на монтаж показаны на рис. 2.

В приемнике применены резисторы типа УЛМ; конденсаторы КДС-М, ПМ-1 и электролитические конденсаторы фирмы «Тесла»; выходной трансформатор от карманного приемника, переменный резистор с выключателем от слухового аппарата. Ферритовый стержень для магнитной антенны имеет диаметр 8 *мм* и длину 85 *мм*. Магнитная проницаемость сердечника $\mu=600$. Ферритовые кольца для сердечников высокочастотных катушек имеют размеры 8×5×2 *мм* и выполнены из материала с проницаемостью $\mu=2000$.

Катушку магнитной антенны наматывают непосредственно на круглом ферритовом стержне без каркаса. В зависимости от необходимого рабочего диапазона можно применить секционированную или рядовую намотку катушки антенного контура.

Для диапазона 200—1800 *м* данные антенного контура следующие: обмотка секционированная, каждая секция намотана внавал. Катушка $L_1$ содержит 240 витков провода ПЭВ-2 0,12 и состоит из четырех секций (каждая по 60 витков). Расстояние между секциями и ширина отдельной секции — 5 *мм*.

Катушка расположена на расстоянии 4 *мм* от края ферритового стержня. Положение катушки связи $L_2$, содержащей 2—5 витков провода ПЭЛШО 0,2—0,3, определяется при налаживании приемника. Следует учесть, что чем меньшее число витков содержит катушка связи

*Рис. 2.* Внешний вид приемника;
вид на монтаж приемника

$L_2$, тем лучше избирательность приемника. Крепление антенны показано на рис. 3.

Первичная обмотка высокочастотного трансформатора $L_3$ имеет 90 витков, вторичная $L_4$ — 10 витков провода ПЭЛ 0,12. Расположение обмоток показано на рис. 4. Круговая намотка по всей площади ферритового кольца нежелательна, так как в случае возникновения паразитной связи между высокочастотным трансформатором и антенным контуром приемника избавиться от нее будет очень трудно. Дроссель $L_5$ имеет 200 витков того же провода. Перед намоткой высокочастотного трансформатора и дросселя необходимо снять острые грани колец надфилем или мелкой шкуркой.

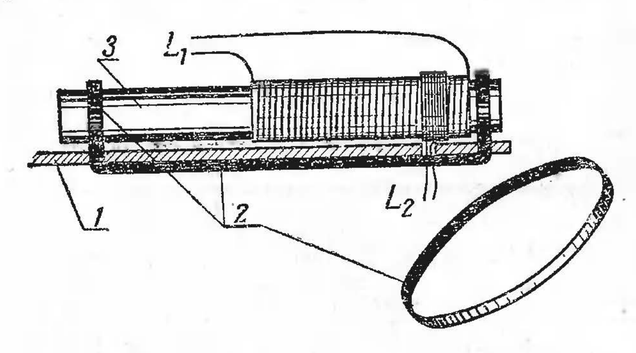



*Рис. 3.* Крепление ферритовой антенны: *1* — монтажная плата; *2* — резиновое кольцо; *3* — ферритовый стержень

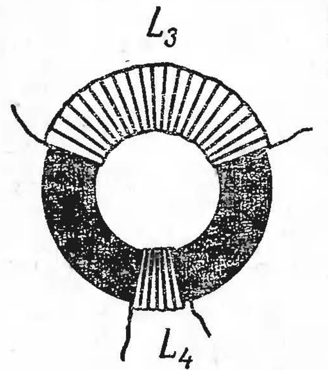



*Рис. 4.* Высокочастотный трансформатор

Согласующий трансформатор $Tp_1$ намотан на сердечнике из пермаллоевых пластин Ш4x8 марки Н-50. Первичная обмотка трансформатора содержит 1500 витков провода ПЭВ-2 0,08, а вторичная — 2 × 500 витков того же провода. Вторичная обмотка наматывается в два провода. Средний вывод между ними

получается соединением конца провода с началом другого провода. При такой намотке обеспечивается симметрия плеч выходного двухтактного каскада и повышается точность регулировки по току транзисторов в выходном каскаде мощности. Можно в качестве согласующего трансформатора использовать трансформатор промышленного изготовления с обмотками *I* — 2600 витков и *II*—2×350 витков. Но в этом случае резистор $R_5$ следует уменьшить до 75 *ком*, а транзистор $T_3$ взять с коэффициентом усиления В=40—60.

Монтажная плата приемника выполнена из фольгированного гетинакса толщиной 1,5 *мм* печатным способом. Размеры платы и расположение отверстий приведены на рис. 5 и 6. Плата изготовляется следующим образом. На куске фольгированного гетинакса и на миллиметровой бумаге чертятся контуры платы. На миллиметровую бумагу наносятся остро заточенным карандашом центры отверстий согласно сетке 2×2 *мм* (см. рис. 6). После этого бумажную плату наклеивают на ранее нанесенный контур платы на фольгированном гетинаксе.

Центры отверстий переносят на фольгу, и в этих местах просверливают отверстия по диаметру, соответствующему толщине ножек вставленных деталей. Затем вырезают отверстие под громкоговоритель. После этого плату зачищают мелкой шкуркой со стороны фольги.

Печатные проводники наносятся лаком для ногтей при помощи рейсфедера. Когда лак просохнет, контуры печатных проводников можно несколько подправить лезвием безопасной бритвы или иглой.

Травление производят в водном растворе хлорного железа $FeCl_3$. Время травления зависит от концентрации хлорного железа в растворе.

По окончании процесса травления плату промывают в холодной воде, лак снимают ацетоном. Печатные проводники еще раз зачищают и залуживают низкоплавким припоем. В качестве флюса используют канифоль, растворенную в спирте.

Аккумуляторы, предназначенные для питания приемника, размещаются в отсеке (рис. 7). Зарядка производится от сети переменного тока напряжением 127 или в 220 *в* при сопротивлении резистора R=4,7 и 9,1 *ком* соответственно. Ток заряда 15 *ма*, время заряда акку-

муляторов 15 *ч*. Схема зарядного устройства изображена на рис. 8.

Конструктивно зарядное устройство выполнено в двух вилках, соединенных между собой мягким многожильным проводом в полихлорвиниловой изоляции. В малой вилке (самодельной) вмонтирован диод Д7Ж. Эта вилка имеет два выходных штырька, расположенных друг от друга на расстоянии 4 *мм*. На корпусе приемника находятся два гнезда, в которые вставляют вил-

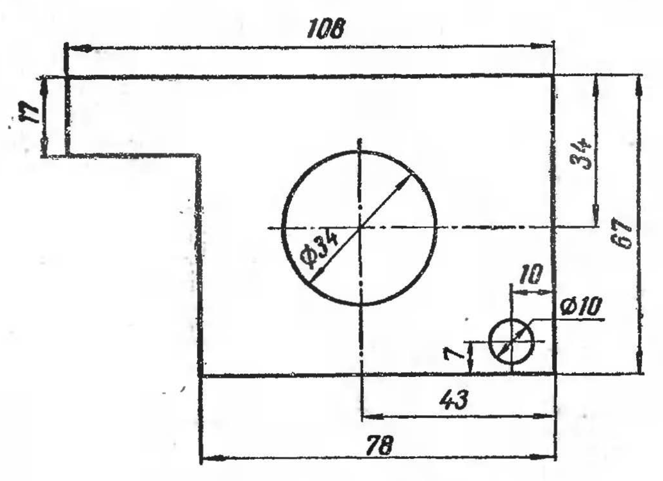



*Рис. 5.* Разметка монтажной платы

ку. В качестве другой вилки зарядного устройства использована круглая штепсельная сетевая вилка. В ней смонтирован резистор *R* типа МЛТ-2.

Ручку управления конденсатором $C_1$ переменной емкости и регулятора громкости изготавливают из белого органического стекла. Размер ручки указан иа рис. 9. На этом же рисунке показаны чертежи стоек, с помощью которых монтажная плата крепится к корпусу приемника.

Корпус приемника промышленного изготовления. В верхней крышке его крепится динамический громкоговоритель с помощью двух зажимов. Монтажную плату устанавливают на трех винтах М2, для чего в крышке приклеены три прямоугольные резьбовые стойки.

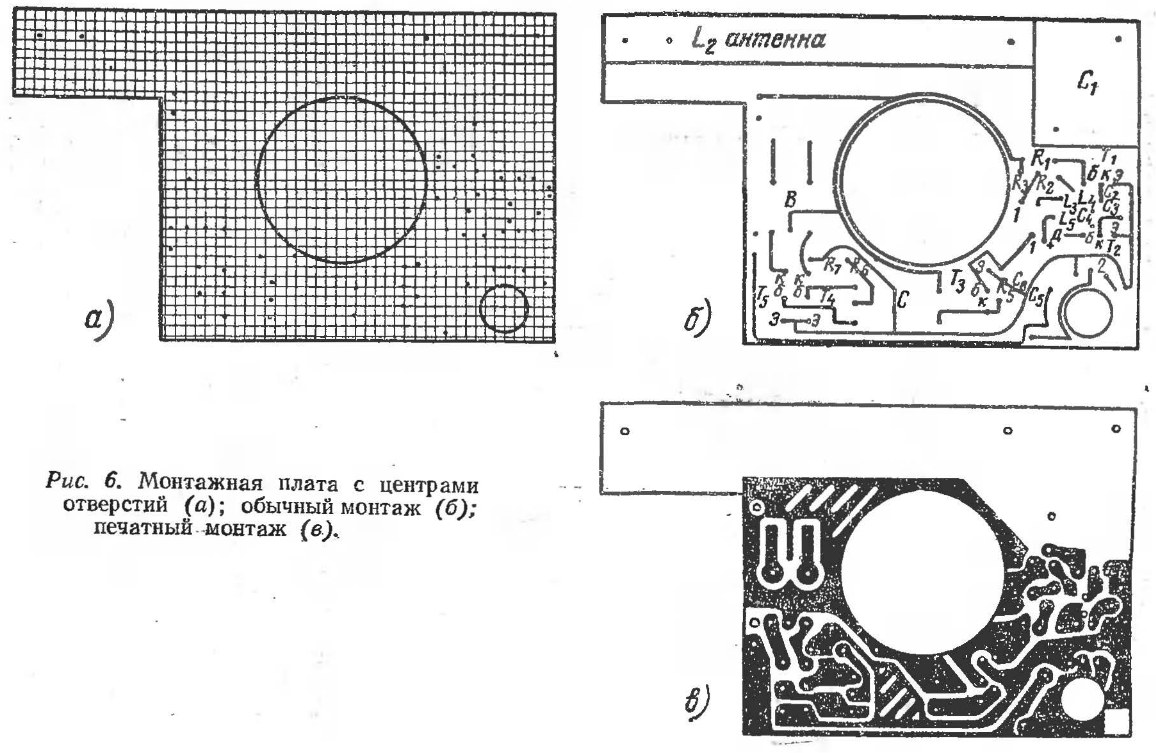



*Рис. 6.* Монтажная плата с центрами отверстий *(а)*; обычный монтаж *(б)*; печатный монтаж *(в)*.

Монтажная плата расположена в центре корпуса приемника. Металлические части громкоговорителя и трансформаторов значительно удалены от магнитной антенны. Свободная верхняя часть корпуса улучшает акустику и качество звучания приемника.

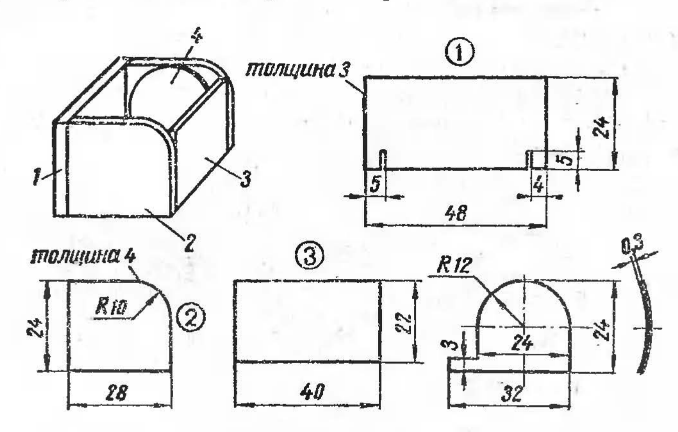



*Рис. 7.* Конструкция отсека питания

Сборку приемника начинают с установки блока питания с миниатюрной розеткой в верхней крышке корпуса. Затем изготавливают печатную плату, причем еще до процесса травления к ней тщательно подгоняют такие детали как конденсатор переменной емкости, резистор регулятора громкости, согласующий и выходной трансформаторы и проверяют отверстие под громкоговоритель. После этого травят плату, удаляют лак, залуживают и начинают монтировать детали.

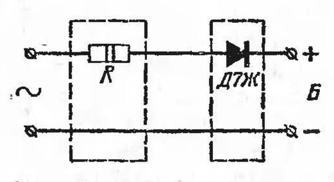



*Рис. 8.* Схема зарядного устройства

В первую очередь крепят переменный резистор с помощью двух алюминиевых заклепок, затем распаивают резисторы, конденсаторы, диод, транзисторы, согласующий и выходной трансформаторы и конденсатор переменной емкости. В последнюю очередь ставят на плату магнитную антенну, высокочастотный трансформатор и дроссель, причем последние приклеивают к плате рези-

новым клеем. Электрические соединения платы с блоком питания и громкоговорителем производят мягким многожильным проводом в полихлорвиниловой изоляции.

Налаживание приемника лучше всего производить на предварительной черновой модели. Для этого на листе картона чертят принципиальную схему. Все соединительные линии выполняются голым проводом и к местам соединения подпаивают соответствующие детали. Убедившись в правильности монтажа, подключают источник питания.

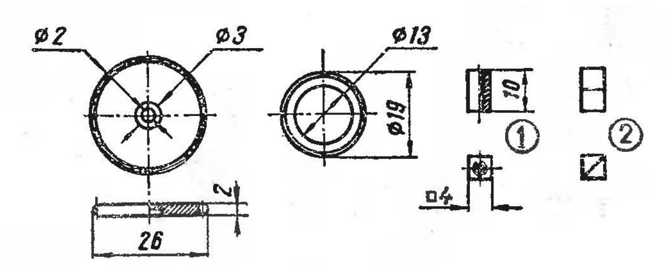



*Рис. 9.* Ручка управления конденсатором переменной емкости и стойки крепления монтажной платы

Достаточно хорошо можно настроить приемник и без специальных приборов с помощью обычного миллиамперметра со шкалой на 25—30 *ма* и вещательного приемника, имеющего диапазоны средних и длинных волн. Если в приемнике применены заведомо хорошие детали и транзисторы с коэффициентами усиления по току, соответствующими указанным значениям в табл. 1, то приемник заработает сразу же после включения питания.

Начинать налаживание приемника следует с проверки усилителя НЧ при снятой с антенны катушки связи $L_2$ и при отключенном выводе катушки $L_5$ от резистора $R_4$. Сначала проверяют режим оконечного каскада при подключенном громкоговорителе. В случае расхождения значений токов с табличными необходимо подобрать величину сопротивления резисторов делителя $R_6$, $R_7$. Для этой цели лучше всего вместо постоянных резисторов подключить временно переменные и, установив токи, впаять нужные постоянные резисторы.

Налаживание предварительного каскада усиления НЧ сводится к подгонке режима транзистора по постоянному току. В случае отличия тока от табличного значения более чем на 20%, изменяют величину сопротивления резистора автоматического смещения $R_5$. Если при этом не удается заметно изменить ток, то необходимо заменить транзистор.

Подключив вывод $L_5$ на место и проверив снята ли со стержня катушка связи $L_2$ (иначе во время настройки приемник может возбудиться и сопротивления резистора смещения будут найдены неверно), подгоняют режимы транзисторов $T_2$ и $T_1$ по постоянному току. Установив коллекторные токи транзисторов путем изменения сопротивлений резисторов $R_2$ и $R_1$, катушку $L_2$ надевают па стержень и подбирают количество витков катушек $L_1$ и $L_2$ так, чтобы приемник работал устойчиво на всех участках желаемого диапазона.

Если и после этого какая-либо из станций, работающих на концах диапазона, слышна не будет или будет слышна очень слабо, то необходимо подобрать количество витков катушки $L_3$ высокочастотного трансформатора. Если отсутствует или плохо слышна радиостанция, работающая на волне 344 *м,* то количество витков катушки $L_3$ следует уменьшить, а при плохой слышимости радиостанции на волне 1734 *м* количество витков следует увеличить. Подбирая количество витков катушки $L_3$, следует добиваться такого положения, когда станции, работающие на волнах 344 и 1734 *м,* будут слышны с небольшим отличием в громкости.

В случае возбуждения приемника по высокой частоте, необходимо поменять местами выводы одной из обмоток высокочастотного трансформатора или катушки связи. Окончательное налаживание приемника производится в собранном виде.

Следует отметить, что хорошо настроенный приемник работает даже и в том случае, когда катушка связи $L_2$ снята со стержня. Окончательную настройку лучше производить в вечернее время, когда слышимость радиостанций значительно улучшается.

В заключение хочется отметить, что конструкция приемника неоднократно проверялась не только в Москве, но и в таких городах как Ленинград, Новороссийск, Калинин. Приемник обладает достаточно высокой чув-

ствительностью и избирательностью, необходимой громкостью и хорошим качеством звучания. Кроме местных радиостанций, в средневолновой части диапазона можно принимать радиостанции Прибалтики, Украины, Польши, Чехословакии и др.

## УСИЛИТЕЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ НА БАЗЕ МИКРОМОДУЛЕЙ

**О. Полынский**

Микромодуль в радиотехнике — не новинка. Но в радиолюбительской практике довольно редко встречаются конструкции на микромодулях. Здесь приводится описание «унифицированного» усилителя промежуточной частоты. Собранный из обычных малогабаритных радиодеталей, применяемых при постройке карманных приемников, он имеет размеры 20×20×65 *мм.* Для сравнения на рис. 1 рядом с микроблоком изображена кассета фотоаппарата типа «ФЭД».

Принципиальная схема усилителя изображена на рис. 2. Применение сравнительно высококачественных транзисторов позволило создать стабильный в работе микроблок. При уровне сигнала на базе транзистора $T_1$ — 20 *мкв,* выходное напряжение усилителя ПЧ порядка 0,2 *в.* Блок ПЧ очень удобен при сборке многих конструкций супергетеродинных приемников. Он компактен и, настроенный раз и навсегда, фактически не требует налаживания в процессе эксплуатации.

Основу блока составляют квадратные платы, изготовленные из гетинакса толщиной 0,5—0,6 *мм* размерами 20×20 *мм.* Соединение между платами осуществляется в определенной последовательности с помощью стоек, выполненных из медного провода ПЭ 0,9—1,0 *мм,* очищенного от изоляции.

Размеры гетинаксовой платы и разметка отверстий представлены на рис. 3, *а.* Порядок соединения плат между собой и расстояния между ними даны на рис. 3, *б.* Размещение деталей блока на платах показано на рис. 4. Отверстия в платах для стоек обозначены цифрами, причем их номера точно совпадают с номерами точек, указанных на принципиальной схеме. Мон-

*Рис. 1.* Внешний вид микромодуля

*Рис. 2.* Принципиальная схема усилителя ПЧ.

тажные точки, через которые стойки не проходят, обозначены цифрами в кружках. «Висячие» контакты *4* и *10* обозначены цифрой в квадрате.

Пользуясь рис. 3 и 4 и проследив через какие платы проходит та или иная стойка, можно очень просто определить длину ее заготовки. Например, стойка *7* (рис. 4) проходит через платы *П1* и *П2*, а по рис. 3, *б* видно, что длина ее должна быть не менее 0,5+14+0,5=15 *мм*. Стойка 2 (минусовая), стойка *3* (плюсовая) и стойка *5* проходят через все платы. На рис. 4 буквой *Ж* обозначена стойка жесткости.

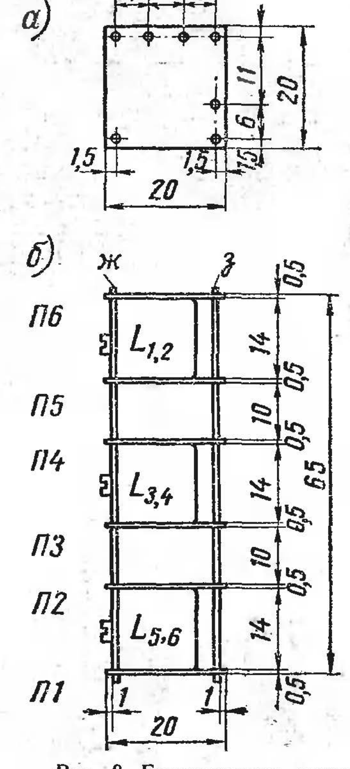


*Рис. 3.* Гетинаксовая плата (*а*); соединение плат между собой (*б*)

Концы стоек закрепляют капелькой олова. Трансформаторы ПЧ крепят отогнутыми от экранов лепестками непосредственно к платам. Для удобства настройки все сердечники трансформаторов выводят в одну сторону.

Для микроблока применены обычные малогабаритные детали, имеющиеся в продаже. Все сопротивления — типа УЛМ, конденсаторы — БМ и КСО-1.

Трансформаторы ПЧ ($L_1$—$L_4$) намотаны внавал на трехсекционных полистироловых каркасах и помещены в сердечники типа СБ-1а. Они заключены в экраны из латуни толщиной 0,3—0,4 *мм* размером 13×13×13 *мм*. Моточные данные приведены в таблице.

Транзистор $T_1$ должен иметь коэффициент усиления $B$=75—100, транзистор $T_2$ — $B$=50—75, ток $I_{ко}$<10 *мка*.

Сначала усилитель собирается на отдельной плате

| Обозначения по схеме | Число витков | Диаметр провода | Марка провода |
|---|---|---|---|
| $L_1$ | 150 | 0,09—0,1 | ПЭЛ |
| $L_2$ | 10 | 0,12—0,15 | ПЭЛШО |
| $L_3$ | 95+65 | 0,09—0,1 | ПЭЛ |
| $L_4$ | 10 | 0,12—0,15 | ПЭЛШО |
| $L_5$ | 95+65 | 0,09—0,1 | ПЭЛ |
| $L_6$ | 30 | 0,12—0,15 | ПЭЛШО |

(в крайнем случае на куске картона) и «вгоняется» в режим. Значения напряжений на базах и коллекторах транзисторов указаны на схеме рис. 2. Только после этого начинается монтаж микроблока. Особое внимание необходимо обратить на порядок пайки, чтобы не «перегреть» транзисторы и детали. Настройка микроблока

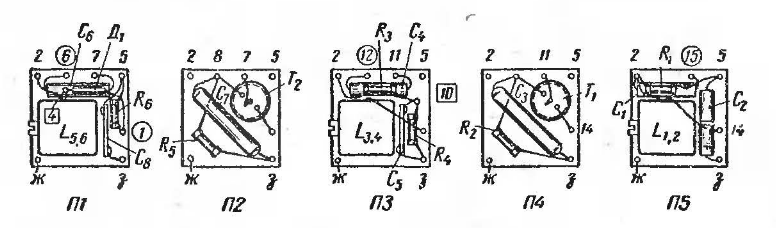



*Рис. 4.* Размещение деталей блока на платах

усилителя на частоту 465 *кгц* производится как обычно с помощью генератора ГСС. Питание усилителя желательно произвести через гасящий резистор $R_7$ порядка 120—200 *ом*, обозначенный на схеме рис. 2 пунктиром.

## ПРОСТОЙ КОРОТКОВОЛНОВЫЙ КОНВЕРТЕР

**И. Никитин**

В настоящее время широкое распространение получили карманные радиоприемники «Нева», «Сокол», «Юпитер», «Селга» и пр., работающие только в диапазоне средних и длинных волн. С помощью описываемого конвертера на эти приемники можно вести прием местных и дальних любительских коротковолновых

станций в походных условиях. Конвертер пригоден в соревнованиях по «Охоте на лис». Простота схемы, малые размеры и отсутствие необходимости вскрывать приемник делают конвертер удобным в наладке и эксплуатации. Конвертер может быть построен на любые любительские диапазоны от 80 до 10 *м*. В качестве примера приводится описание конвертера на два растянутых диапазона 14,0—14,35 *Мгц* и 7,0—7,1 *Мгц*.

Работа конвертера основана на том, что частота приходящего сигнала преобразуется в промежуточную ча-

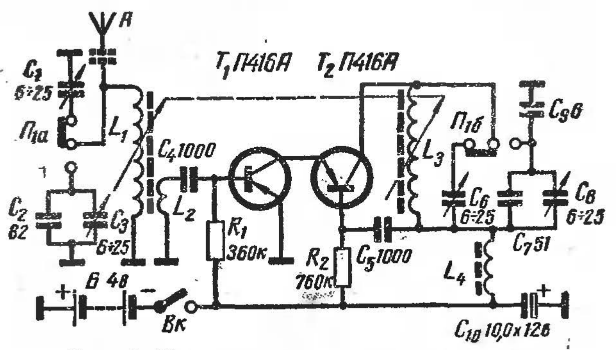



*Рис. 1.* Принципиальная схема конвертера

стоту $f_{пр}$ = 1500 *кгц* с последующим усилением и вторичным преобразованием в приемнике.

**Принципиальная схема** приведена на рис. 1. Усиление высокой частоты производится каскадом, собранным на транзисторе $T_1$. На транзисторе $T_2$ выполнен каскад гетеродина-смесителя. Связь между каскадами—каскодная, что позволяет значительно упростить схему. Оба контура — антенный и гетеродинный — выполнены в виде сдвоенного вариометра с настройкой сердечником. К антенному и гетеродинному контурам, в зависимости от диапазона, переключателем $П_1$ подсоединяются либо конденсаторы $C_1$, $C_6$, либо $C_2$, $C_3$ и $C_7$, $C_8$, $C_9$. Антенна — алюминиевый штырь диаметром 2,5 *мм*, длиной 40 *см* — соединена непосредственно с катушкой $L_1$. Сигнал промежуточной частоты выделяется на дросселе $L_4$, который при приближении к карманному приемнику оказывается индуктивно связанным с входными контурами последнего.

**Питание** конвертера производится от четырех аккумуляторов типа Д0,06. Расход тока при работе порядка 0,5 *ма* и одного заряда аккумуляторов хватает на 120 *ч* работы.

**Детали и конструкции.** Конвертер собран на гетинаксовой плате (рис. 2) размерами 85×35×1,5 *мм*, закрытой футляром из оргстекла толщиной 1 *мм* (рис. 3). Футляр насаживается на приемник стаким расчетом, чтобы дроссель $L_4$ был рядом с ферритовой антенной приемника.

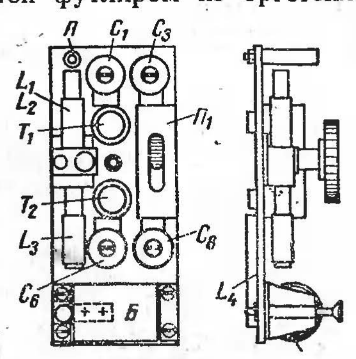



*Рис. 2.* Плата конвертера

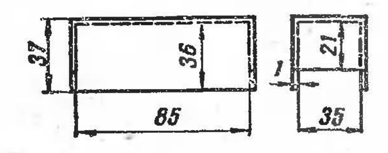



*Рис. 3.* Футляр конвертера

Основной деталью, от которой зависит качество и удобство работы, является вариометр (рис. 4). Он состоит из трубки, склеенной из нескольких слоев кальки, внутри которой движется стержень из оргстекла (рис. 5). На концах стержня укреплены с помощью клея два медных или алюминиевых сердечника диаметром 2,5 *мм.* Трубка приклеена в отверстие блока из оргстекла (рис. 6), который зажат в латунной обойме (рис. 7), служащей для крепления вариометра на панели. Стержень в средней части выполнен в виде зубчатой рейки и приводится в движение с помощью зубчатой передачи (рис. 8). Если у любителя встретятся затруднения с изготовлением зубчатой передачи, перемещение стержня можно осуществить с помощью фрикциона, для чего на ведущий валик нужно надеть резиновую трубку, а стержень слегка накатать.

Для карманных приемников в качестве переключателя диапазонов можно использовать фабричный переключатель, который после несложной переделки может работать и на три диапазона. Выключатель питания самодельный, любого типа.

| Обозначения по схеме | Число витков | Марка провода | Индуктивность, *мкгн* | Сердечник | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|
| $L_1$ $L_2$ | 55 | ПЭВ 0,25 | 5,1 | — | |
| $L_3$ | 15 | ПЭВ 0,12 | — | — | Намотана поверх $L_1$ |
| $L_4$ | 100 | ПЭВ 0,12 | 300 | Феррит 600 НН, 40×6×2 | — |

В таблице приведены данные катушек индуктивности.

Концы обмоток катушек $L_1$, $L_2$, $L_3$ припаиваются к медным штырькам диаметром 1 *мм*, запрессованным в

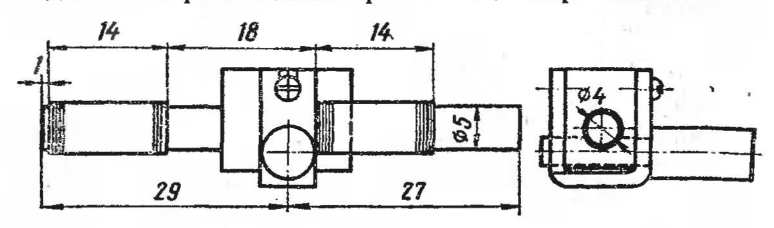



*Рис. 4.* Сдвоенный вариометр

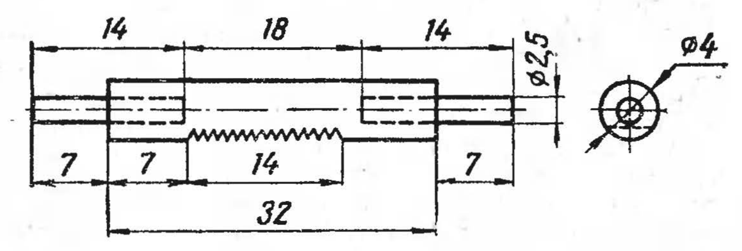



*Рис. 5.* Стержень настройки

панель. Элементы аккумулятора помещаются в трубку, склеенную из целлулоида, которая вставляется между стойками из латуни.

После окончания монтажа и проверки всех цепей с помощью омметра включают питание. Общий потребляемый ток не должен превышать 0,35—0,5 *ма*. Если ток значительно отличается, следует проверить напряжение батареи, величины сопротивлений и исправность

транзисторов. Далее следует убедиться в том, что в обоих положениях переключателя диапазонов $П_1$ гетеродин работает. Для этого подносят антенну другого коротковолнового приемника с оптическим индикатором к конвертеру и медленно меняют настройку в соответст-

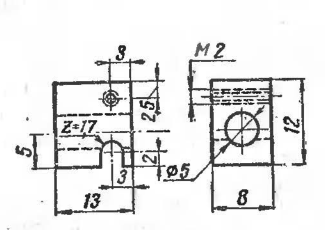



*Рис. 6.* Блок вариометра

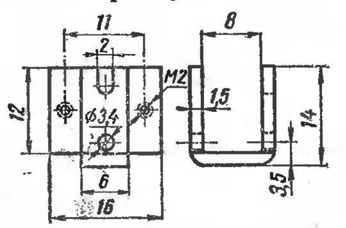



*Рис. 7.* Обойма вариометра

вующем диапазоне. Если есть генерация, то на приемнике индикатор покажет наличие сигнала. Выдвинув полностью сердечники вариометра, с помощью конденсаторов $C_6$ и $C_2$ настраивают приемник на первом (19 *м*) и втором (35 *м*) диапазонах. Затем, установив конвертер на карманном приемнике, настроенном на волну 200 *м*, пользуясь генератором сигналов настраивают с помощью конденсаторов $C_1$ и $C_3$ антенный контур. Настройку следует вести на средней части диапазонов. После настройки находят оптимальную связь между конвертером и антенной приемника.

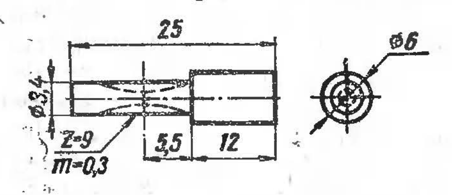



*Рис. 8.* Грибок

## ПАССИВНЫЕ КОРРЕКТИРУЮЩИЕ *RC* ФИЛЬТРЫ ДЛЯ ПЕРЕЗАПИСИ

**К. Перебейнос**

В радиолюбительской практике достаточно часто приходится производить перезапись на магнитную ленту с граммофонных пластинок и с магнитофона на магнитофон. Качество записи зависит от того, как сильно

изношена пластинка и в каком состоянии находится проигрыватель со звукоснимателем. При новой пластинке наилучшее качество записи будет в том случае, если механическая система проигрывателя не имеет вибраций движущихся частей, которые через иглу и тонарм звукоснимателя создают сильный гул мотора, сопровождающего запись.

При перезаписи с магнитофона иногда нужно устранить фон и шумы, имеющиеся на оригинале, то есть очистить запись от помех (скорректировать спектр записи).

Вибрации проигрывателя возникают, в основном, в области низких частот. Максимальное значение их амплитуды лежит в пределах 20—80 *гц*, хотя часто в громкоговорителях прослушивается и более низкая частота порядка единиц герц, которой промодулирована более высокая частота вибраций, свободно проходящая через тракт низкой частоты.

В большинстве магнитофонов, имеющих хорошие параметры по сквозной характеристике, нет раздельных регулировок усиления по низкой и высокой частоте. Поэтому скорректировать характеристику для уменьшения гула проигрывателя при записи нельзя, так как записывается весь диапазон частот. Величина же регулировок при воспроизведении грамзаписи далеко недостаточна для того, чтобы можно было в необходимой мере уменьшить гул и фон, сопровождающие запись.

На рис. 1 показана частотная характеристика типового пьезоэлектрического звукоснимателя. Характерным для него является сильный подъем характеристики в области низких частот и пик в области 6—7 *кгц*. Так как сквозная характеристика магнитофона линейна, то характеристика звукоснимателя, показанная на рис. 1, даст плохие результаты при перезаписи с пластинок на магнитофон.

Во-первых, все вибрации и гул двигателя будут усилены из-за подъема характеристики на этих частотах.

Во-вторых, шумы пластинки будут выделены пиком характеристики на 6—7 *кгц*, что также плохо.

Частотные характеристики грампластинок при изнашивании звуковых бороздок (обычной записи—78 *об/мин* и микрозаписи — $33^1/_3$ *об/мин*) показаны на рис. 2, *а*, *б*.

Графики показывают некоторое среднее значение

шумов пластинок по мере их изнашивания, но при этом не учитываются искажения сигнала, которые могут наблюдаться из-за повреждения звуковых бороздок.

Искажения сигнала могут иметь характер хрипов, резких тресков, дробления. Запись речи или музыки может стать неразборчивой, а часть записи может оказаться вообще подавленной.

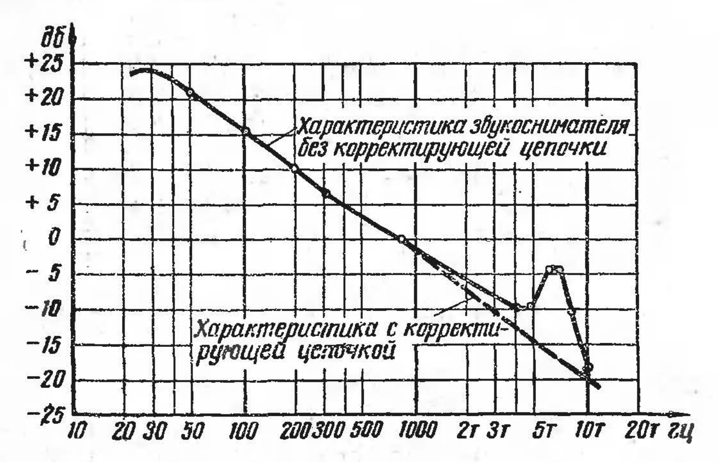



*Рис. 1.* Частотная характеристика пьезоэлектрического звукоснимателя

Для получения хорошей перезаписи грампластинок на магнитофон необходимо в проигрывателе устранить или свести к минимуму все механические вибрации, гул, неравномерность вращения двигателя. Надо отрегулировать всю механическую систему проигрывателя, смазать трущиеся части, по возможности заменить изношенные детали. Сам двигатель необходимо амортизировать, если это позволяет конструкция проигрывателя.

Тонарм звукоснимателя тоже следует амортизировать. Обычно тонарм закреплен на той же плате, к которой прикреплен двигатель, и вибрации двигателя передаются через него к звукоснимателю. Тонарм с пьезозвукоснимателем ставится на мягкую резину, поролон или губку, чтобы не было жесткой механической связи с платой.

Кроме этого, следует уменьшить высокочастотные

шумы пластинки, сопровождающие запись. Высокочастотные шумы изношенных пластинок и нескорректированных магнитофонных записей можно уменьшить толь-



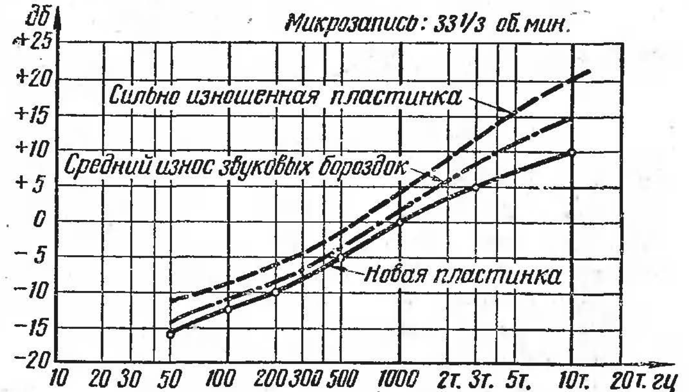



*Рис.* 2. Частотные характеристики грампластинок: *а* — при обычной записи — 78 *об/мин*; *б* — при микрозаписи — $33^1/_3$ *об/мин*.

ко единственным способом — включая электрические фильтры, подавляющие спектр высокочастотных шумов, лежащий, в основном, от 4 *кгц* и выше.

При воспроизведении звука от пьезоэлектрического звукоснимателя обычно рекомендуется делать коррек-

цию его характеристики, особенно в области 6—8 *кгц*, для устранения резкого подъема характеристики на этих частотах. В цепь звукоснимателя включается корректирующая *RC* цепочка, которая срезает этот пик характеристики (см. рис. 1, пунктирную линию).

Влияние вибрации двигателя и низкочастотный гул можно уменьшить, включая между звукоснимателем и магнитофоном электрические фильтры, вырезающие ту часть спектра, где находятся вибрации и гул двигателя.

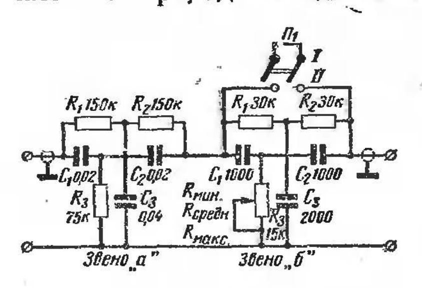



*Рис. 3.* Схема фильтра *I*



*Рис. 4.* Схема фильтра *II*

Хорошие результаты при перезаписи пластинок на магнитофон или перезаписи нескорректированных записей с магнитофона на магнитофон дают простые фильтры, показанные на рис. 3 и 4. Эти фильтры представляют собой Т-образные звенья из *RC* элементов.

Отличительной особенностью подобных схем является довольно значительная крутизна характеристики затухания в сравнении с обычными звеньями *RC* других фильтров. При определенном выборе *R* и *C* на одной частоте токи в элементах звеньев будут равны по величине и противоположны по направлению, а это значит, что ток в нагрузке будет равен нулю, и фильтр эту частоту не пропустит.

Для получения большого диапазона изменения частоты максимального затухания надо сделать переменными все три резистора $R_1$, $R_2$ и $R_3$ звена. Они должны регулироваться одновременно, и у них с одинаковым законом должно изменяться сопротивление.

На практике вполне достаточное изменение частоты обеспечивается одним переменным резистором $R_3$. Фильтр (см. рис. 3) состоит из двух звеньев. Звено *а*

настроено на частоту 50 *гц*, а в звене *б* частота максимального затухания может регулироваться от 5 до 10 *кгц*.

Звено *а* на частоте 50 *гц* дает затухание до 40 *дб*, а максимум затухания звена *б* уменьшается от 33,0 *дб* на 5 *кгц* до 24 *дб* на 10 *кгц* при регулировке.

Семейство характеристик затухания фильтра *I* показано на рис. 5.

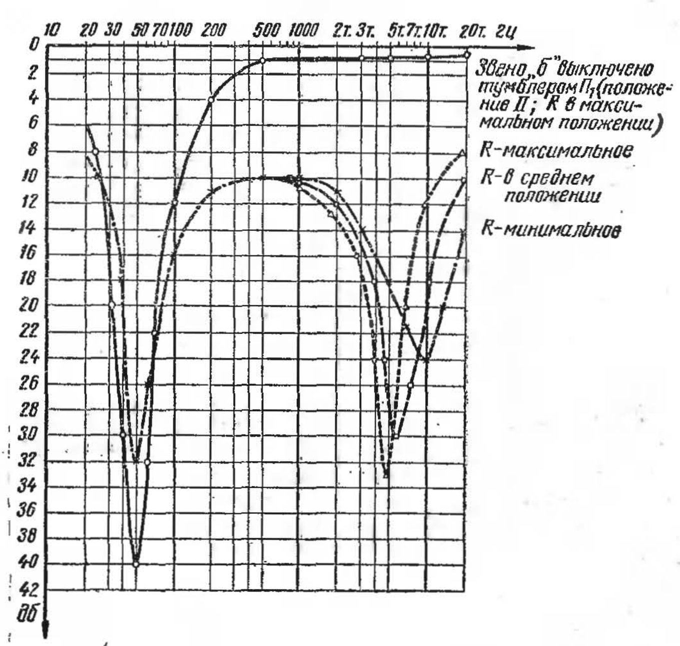



*Рис. 5.* Семейство характеристик затухания фильтра *I*

В звене *б* имеется тумблер. Когда он включен (положение II), звено *б* затухания не вносит. В этом случае затухание фильтра обусловливается только звеном *а*, характеристика которого показана на рис. 5 сплошной линией.

Фильтр из звена *а* срезает фон сети 50 *гц* и эффективно подавляет все частоты в диапазоне от 20—30 до 80—100 *гц*. Уменьшение уровня сигнала вне полосы затухания звена *а* невелико. От 6 *дб* на 150 *гц* оно падает до 1 *дб* на 500 *гц* и менее 0,8 *дб* на 20 *кгц*.

Характеристика затухания фильтра *I* при выключенном звене *б* позволяет подавлять помехи, создаваемые вибрацией и гулом мотора до практически незаметного уровня.

При прослушивании записи отсутствие гула, фона 50 *гц* и фона вибраций настолько очищает запись, что делает ее значительно чище, чем в сопровождении низ-

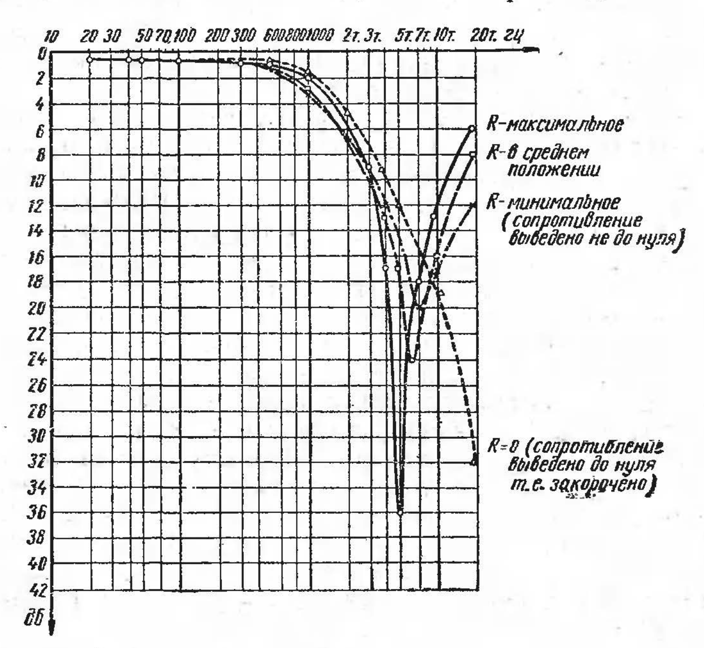



*Рис. 6.* Семейство характеристик фильтра *II*

кочастотных помех, а подавление низкочастотного полезного сигнала на слух малозаметно.

При уменьшении сопротивления звена *б* частота максимального затухания сдвигается в сторону высоких частот.

Фильтр II, схема которого приведена на рис. 4, такого же типа, как и фильтр I, но содержит одно звено. Его характеристики при разных значениях переменного сопротивления приведены на рис. 6. Фильтр имеет затухание, достигающее 36 *дб* на 5 *кгц* и до 20 *дб* на 7 *кгц*. Он эффективно подавляет высокочастотные шумы

у пластинок при перезаписи и у нескорректированных записей на пленке при перезаписи с магнитофона на магнитофон.

Фильтр II применяется в тех случаях, когда проигрыватель не создает помех в виде гула и вибраций, и нет фона 50 *гц*, наводимого на цепи звукоснимателя.

Во время перезаписи регулировкой переменного резистора в фильтрах *I* и *II* добиваются наилучшего режима записи, когда шумы достаточно подавлены, но и полезный сигнал сравнительно чист.

И тот, и другой фильтр включаются между звукоснимателем и гнездами звукоснимателя в магнитофоне. Если уровень записи мал, то применяя фильтры можно подключиться к микрофонному входу. Микрофонный вход магнитофонов имеет большую чувствительность, и потери, вносимые фильтром, легко могут быть скомпенсированы более высоким усилением с гнезд микрофона.

Пассивные фильтры очень просты в сборке и совершенно не требуют регулировки. Радиолюбитель, который знаком с правилами монтажа, может собрать фильтр из имеющихся деталей менее, чем за час.

Емкости и постоянные резисторы должны быть взяты стабильными, т. е. малоизменяющими свои параметры со временем. Номинальная величина сопротивлений и конденсаторов может быть взята с точностью $\pm10\%$.

Тип сопротивлений может быть любой, имеющийся в распоряжении радиолюбителя. Не рекомендуется применять проволочные сопротивления и электролитические конденсаторы.

Фильтры собираются на небольших изоляционных платах толщиной 2—3 *мм*.

Удобно монтировать фильтры на платах с опорными точками или лепестками, к которым можно паять детали. Опорные точки или лепестки укрепляют на плате в два ряда на расстоянии 30—35 *мм*. Между каждым из лепестков должно быть расстояние 8—10 *мм*.

Входные и выходные провода фильтров могут быть любой длины, но их необходимо обязательно делать экранированными. На концах экранированных проводников нужно сделать вилку, штеккер или розетку для соединения со звукоснимателем и магнитофоном.

На рис. 7 и 8 показаны фильтры, собранные по схемам рис. 3 и 4 соответственно.

*Рис 7.* Фильтр *I*

*Рис. 8.* Фильтр *II*

При желании можно сделать для фильтров металлические корпуса — они будут предохранять фильтры от механических повреждений. Полная экранировка фильтров желательна, но не обязательна.

Описанные фильтры могут применяться не только для корректировки характеристик при перезаписи с пластинок на магнитофон или с магнитофона на магнитофон.

Если, например, происходит запись с эфира через приемник или телевизор, то часто наблюдаются помехи, по своему характеру схожие с теми, которые мы уже рассматривали: может иметь место и сильный фон переменного тока, и гул, и высокочастотные шумы.

Включая фильтры между выходом приемника и входом магнитофона, можно значительно (почти до нуля) снизить уровень фона 50 *гц* и ощутимо подавить высокочастотные шумы.

Радиолюбители-коротковолновики, работающие с приемниками, также могут применить фильтры для уменьшения фона, шумов и помех. Фильтры включаются на выходе приемника между приемником и головными телефонами. Регулировкой переменного резистора добиваются уменьшения шумов. Фон и гул в диапазоне до 100 *гц* становятся почти неслышными.

## ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

**А. Енин,**
**В. Солдатенков**

Существует несколько систем электронного зажигания для автомобилей. Они могут быть разделены на системы зажигания с накоплением энергии в индуктивности (контактно-транзисторные) и системы зажигания с накоплением энергии в емкости (контактно-тиристорные).

Применение электронных систем зажигания на автомобилях с карбюраторными двигателями позволяет получить некоторые преимущества по сравнению с обычной системой зажигания:

1) повышение выходного напряжения без электрической перегрузки контактов прерывателя;

2) возможность работы двигателя на обедненных горючих смесях, из-за увеличения искрового промежутка в свечах зажигания;

3) увеличение срока службы свечей зажигания, так как электронные системы зажигания менее чувствительны к увеличению искрового промежутка;

4) увеличение надежности работы двигателя на малых и больших оборотах, а также при загрязненных свечах;

5) значительное уменьшение разрушения контактов прерывателя из-за снижения величины прерываемого ими тока;

6) существенное облегчение пуска двигателя (особенно в холодное время года) благодаря увеличению тока в первичной обмотке катушки зажигания без дугообразования на контактах прерывателя;

7) повышение экономичности работы двигателя на 6—10%.

## Контактно-транзисторные системы зажигания

Принципиальная схема контактно-транзисторной системы зажигания приведена на рис. 1. Основная идея таких систем зажигания заключается в том, что между контактом прерывателя и первичной обмоткой катушки зажигания включается усилитель мощности на транзисторе. Контакт прерывателя включен в цепь базы транзистора, а первичная обмотка катушки зажигания включена в цепь эмиттера (рис. 1, *а*) или в цепь коллектора (рис. 1, *б*).

При включении замка зажигания *Вк* напряжение аккумуляторной батареи *Б* подается на транзистор, и если в этот момент контакты прерывателя *К* разомкнуты, то транзистор будет находиться в запертом состоянии, сопротивление участка эмиттер—коллектор будет велико, и через первичную обмотку катушки зажигания *КЗ* ток не потечет. После замыкания контактов прерывателя *К* к переходу база—эмиттер транзистора *Т* прикладывается напряжение аккумуляторной батареи *Б* в прямом направлении — плюс батареи к эмиттеру, а минус — к базе. В цепи базы появится ток $i_б$

(ток управления транзистора), и транзистор отопрется. Сопротивление участка эмиттер—коллектор транзистора резко уменьшится, и по первичной обмотке катушки зажигания начинает протекать ток эмиттера $i_э$ (рис. 1, *а*) или ток коллектора $i_к$ (рис. 1, *б*), величина которого нарастает по экспоненциальному закону. Изменение тока способствует образованию магнитного поля, в котором запасается определенное количество энергии[1]. При очередном размыкании контактов прерывателя *К* ток базы мгновенно прерывается, транзистор запирается, приток электрической энергии к первичной обмотке катушки прекращается и ток в ней резко уменьшается до нуля. При этом во вторичной обмотке *II* катушки зажигания возникает высокое напряжение, которое через обычный распределитель поступает на свечи зажигания.

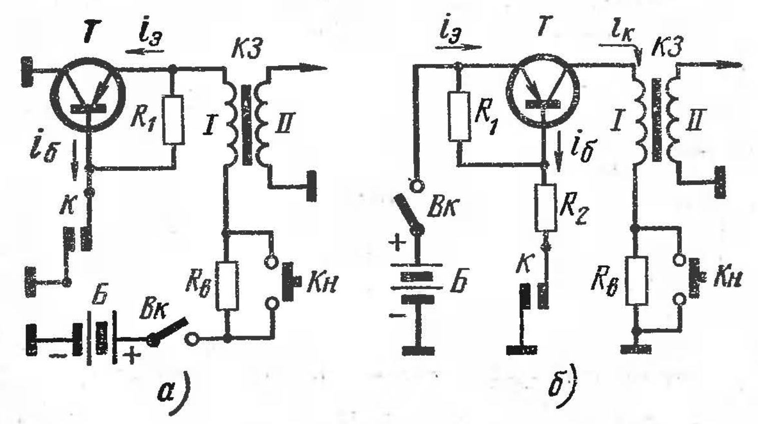



*Рис. 1*

Включать конденсатор в этих схемах параллельно контактам прерывателя не имеет смысла, так как перезаряжаясь при размыкании контактов, он препятствует мгновенному исчезновению тока управления $i_б$ в цепи базы, что существенно увеличивает время запирания транзистора. В схеме обычной системы зажигания этот конденсатор предотвращал появление дугового разряда

---

[1] $W = \frac{LI^2}{2}$, где $L$ — индуктивность первичной обмотки катушки зажигания; $I$ — значение тока в обмотке.

между контактами прерывателя, так как в цепь прерывателя была включена индуктивность, и напряжение между контактами прерывателя в момент размыкания достигало 200—300 *в,* а ток — 7 *а.* В электронных же схемах это напряжение не превышает напряжения аккумуляторной батареи, а ток в цепи, разрываемой контактами прерывателя, бывает не более 0,7—0,9 *а.* Вследствие этого электрическая нагрузка контактов прерывателя уменьшается настолько, что срок службы их определяется лишь механическим износом. Зазор между контактами прерывателя можно уменьшить до 0,15—0,25 *мм,* увеличив тем самым время замкнутого состояния контактов. Это повысит надежность работы системы зажигания при минимальных и максимальных оборотах двигателя, а также при загрязненных свечах. Причем разрядный зазор в свечах можно увеличить до 1,0—1,3 *мм,* что улучшит условия воспламенения горючей смеси.

Резисторы $R_1$, включенные параллельно эмиттерным переходам транзисторов, исключают обрыв цепи базы. Резистор $R_2$, включенный в цепь базы (см. рис. 1, *б*) транзистора, ограничивает ток в этой цепи, а следовательно, и ток в цепи коллектора. Из сравнения схем (рис. 1) видно, что схема на рис. 1, *а* более экономична, так как весь потребляемый от батареи ток протекает по первичной обмотке катушки зажигания, в то время как в схеме на рис. 1, *б* — протекает только часть тока. Другим преимуществом первой схемы является возможность непосредственного контакта корпуса транзистора с массой, чем обеспечивается хороший отвод тепла от транзистора.

Рассмотренные схемы систем зажигания работают на одном транзисторе. Но в этом случае параметры транзистора должны удовлетворять очень жестким требованиям. Дело в том, что в силу индуктивного характера нагрузки, напряжение на коллекторе запертого транзистора (предельно допустимое напряжение $U_{эк}$) может иногда достигать 300 *в* (при использовании высокоомной нагрузки). Поэтому включают два или три транзистора последовательно, тогда напряжение на каждом из них не превысит допустимой величины.

Можно по-другому решить проблему защиты транзистора от пробоя — включить между его коллектором

и эмиттером стабилитрон, напряжение стабилизации которого не должно превышать $U_{эк}$. Кроме того, условия работы транзистора улучшаются, если использовать специальную катушку зажигания с малой индуктивностью первичной обмотки при коэффициенте трансформации порядка 200—300.

Рассмотрим несколько конкретных схем транзисторного зажигания.

Контактно-транзисторная система зажигания типа ШРП-300 выпускается отечественной промышленностью для установки на любых карбюраторных двигателях, рассчитанных на эксплуатацию с аккумулятором напряжением 12 *в*.

В комплект системы входит транзисторный коммутатор (см. рис. 2) типа ТК102, маслонаполненная катушка зажигания типа Б114 и блок резисторов типа СЭ107.

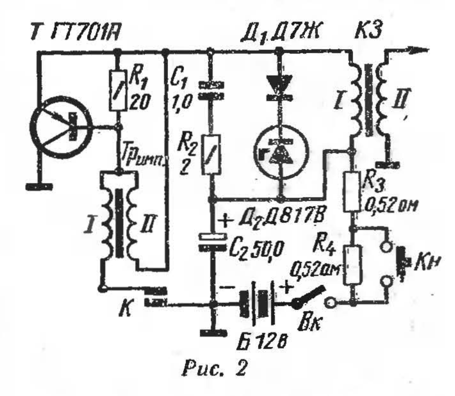


*Рис. 2*

Роль коммутатора первичной цепи выполняет транзистор *Т*, включенный по схеме с общим коллектором. Транзистор работает в ключевом режиме с нагрузкой в цепи эмиттера. При таком включении транзистора его корпус, соединенный с коллекторным выводом, крепится непосредственно к радиатору охлаждения. Это позволяет эффективно рассеивать и отводить тепло, выделяемое на коллекторе транзистора.

Работает система следующим образом. Когда контакты прерывателя *К* разомкнуты, то в цепи базы транзистора тока нет и транзистор заперт. При замыкании контактов прерывателя в цепи базы появляется ток, транзистор отпирается и его внутреннее сопротивление резко уменьшается. Через отпертый транзистор будет протекать ток порядка 7—8 *а* по следующей цепи: плюс батареи *Б*, резисторы $R_4$ и $R_3$, обмотка *I* катушки зажигания, эмиттер-коллектор транзистора, минус батареи *Б*. Одновременно кратковременный ток будет протекать через цепочку $C_1R_2$, и конденсатор $C_2$ мгновенно

зарядится до напряжения, равного напряжению на обмотке *I*.

После размыкания контактов прерывателя *К* ток в цепи базы (0,7—0,9 *а*) прерывается и транзистор запирается; его внутреннее сопротивление резко возрастает, и величина тока в первичной цепи быстро уменьшается до нуля; во вторичной обмотке *II* катушки зажигания создается высокое напряжение (до 30 *кв*), импульсы которого распределяются по свечам зажигания при помощи обычного коммутатора. Возникающая при уменьшении тока э. д. с. самоиндукции (110—130 *в*) в обмотке *I* ограничивается стабилитроном $Д_2$.

Чтобы ускорить процесс запирания транзистора, в цепь его базы включены импульсный трансформатор ($Тр_{имп}$) и резистор $R_1$. Первичная обмотка *I* этого трансформатора включена последовательно с контактами прерывателя *К*. При размыкании контактов прерывателя в обмотках трансформатора индуцируются э. д. с., причем э. д. с. вторичной обмотки *II* приложена к эмиттерному переходу транзистора в запирающем направлении, чем ускоряется процесс запирания.

Для защиты транзистора от перенапряжений, которые возникают на обмотке *I* катушки зажигания при отключении нагрузки во вторичной цепи (например, при проверке системы зажигания на искру), параллельно обмотке *I* включена цепочка из диода $Д_1$ и стабилитрона $Д_2$. Как известно, наведенная э. д. с. в обмотке *II* катушки зажигания пропорциональна скорости изменения магнитного потока. Под действием наведенной э. д. с. в обмотке *II* появится ток, который также создает переменный поток, часть которого пронизывает витки обмотки *I* и, в свою очередь, наводит в ней некоторую э. д. с., вполне достаточную, чтобы вывести транзистор из строя. Наличие диода $Д_1$ и стабилитрона $Д_2$ предотвращает это, так как напряжение на обмотке *I* катушки зажигания не превысит напряжения стабилизации стабилитрона, и после пробоя он зашунтирует эту обмотку.

Диод $Д_1$, включенный встречно стабилитрону, ограничивает ток через стабилитрон в прямом направлении (в противном случае первичная обмотка была бы шунтирована стабилитроном, включенном в прямом направлении).

Переходные процессы, возникающие из-за индуктивности рассеяния катушки зажигания, сглаживаются цепочкой $C_1$, $R_2$. Она же облегчает режим коммутации транзистора. Конденсатор $C_2$ предотвращает появление в первичной цепи импульсов напряжения и тем самым защищает транзистор от случайных перенапряжений. Резисторы $R_3$ и $R_4$ служат для уменьшения тока через первичную обмотку катушки зажигания при разомкнутых контактах *К*. Для облегчения запуска двигателя кнопка *Кн* замыкается и шунтирует резистор $R_4$.

Использование в качестве коммутирующего устройства мощного транзистора и активного способа его запирания позволило получить высокие скорости переключения тока первичной цепи, независимо от разброса параметров транзисторов и изменения температуры окружающей среды. Так как в разрываемой контактами прерывателя цепи ток составляет 0,7—0,9 *а*, то контакты могут работать на протяжении 100—150 тыс. *км* пробега автомобиля.

В схеме использованы следующие детали: резисторы $R_1$ и $R_2$ типа УЛИ-0,25; конденсатор $C_1$ типа МБМ на 160 *в;* конденсатор $C_2$ типа КЭ-1 на 50 *в*. Трансформатор импульсный $Тр_{имп}$ в первичной обмотке *I* содержит 50 витков, активное сопротивление 0,14 *ом,* индуктивность 0,1 *мгн;* вторичная обмотка *II* содержит 150 витков, активное сопротивление 7 *ом,* индуктивность 6,2 *мгн.*

Коэффициент трансформации маслонаполненной катушки зажигания порядка 235, индуктивность $L_1=3{,}7$ *мгн,* $w_1=185$ витков, $R_I=0{,}43$ *ом,* $R_{II}=22\,500$ *ом.*

Детали $Д_1$, $Д_2$, $C_1$, $R_1$ и $R_2$ смонтированы в одном блоке и залиты специальным компаундом. Стабилитрон укреплен на специальном теплоотводящем радиаторе. Транзистор крепится снаружи непосредственно на корпусе коммутатора в специальной горловине. Корпус коммутатора отлит из алюминия и для увеличения теплоотдачи имеет ребристую поверхность. Общая наружная площадь корпуса равна 470 *см*². Вес коммутатора составляет 560 *г.*

Прибор рассчитан на работу в диапазоне температур от —40 до +70° С и поэтому его лучше установить в кабине автомобиля.

В электронной системе зажигания типа ППЗ-1, выпуск которой освоен нашей промышленностью, используются мощные транзисторы широкого применения, включенные последовательно (рис. 3). При таком включении транзисторов возникающая на первичной обмотке *I* катушки зажигания э. д. с. будет приложена сразу к трем транзисторам, что позволит применить транзи-

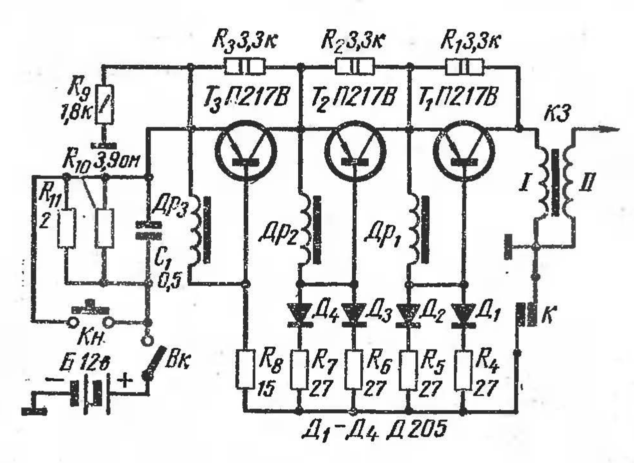



*Рис. 3*

сторы с невысокими значениями допустимого коллекторного напряжения.

Эту систему зажигания можно устанавливать на карбюраторных двигателях внутреннего сгорания с катушками зажигания типа Б1, Б7, Б7А, Б13, Б21, Б21А и напряжением источника питания 12 *в*. Система обеспечивает выходное напряжение не менее 18 *кв*, даже при уменьшении оборотов двигателя до 10—12 в минуту.

Принцип работы системы зажигания следующий. При разомкнутых контактах прерывателя *К* все транзисторы заперты, и ток в первичной обмотке *I* катушки зажигания отсутствует. В момент замыкания контактов прерывателя в цепи (плюс аккумуляторная батарея *Б*, резисторы $R_{10}$ и $R_{11}$, переход эмиттер—база транзистора $T_3$, резистор $R_8$, контакты прерывателя *К*, минус акку-

муляторной батареи *Б*) появится ток управления, который отпирает транзистор $T_3$. Внутреннее сопротивление этого транзистора резко падает, и основной ток потечет по следующей цепи: плюс аккумуляторной батареи *Б*, резисторы $R_{10}$ и $R_{11}$, переход эмиттер—коллектор транзистора $T_3$, переход эмиттер—база транзистора $T_2$, диоды $Д_3$ и $Д_4$, резисторы $R_6$ и $R_7$, контакты прерывателя *К*, минус аккумуляторной батареи *Б*. Транзистор $T_2$ при этом отпирается, через него потечет ток и аналогичным образом отопрет транзистор $T_1$. Таким образом все транзисторы перейдут в открытое состояние, и ток от плюса батареи *Б* через транзисторы попадет в первичную обмотку *I* катушки зажигания.

После размыкания контактов прерывателя базы транзисторов и дроссели ($Др_1$—$Др_3$) почти мгновенно отключаются от минуса источника питания. Возникающие при этом в дросселях э. д. с. самоиндукции действуют на эмиттерные переходы транзисторов в запирающем направлении, и транзисторы почти одновременно запираются. Внутренние сопротивления транзисторов резко увеличиваются, и ток в первичной обмотке катушки зажигания исчезает. Быстрое уменьшение тока в обмотке *I* вызывает появление э. д. с. самоиндукции в этой обмотке, вследствие чего во вторичной обмотке *II* создается высокое напряжение, импульсы которого распределяются по свечам зажигания с помощью обычного распределительного устройства.

Таким образом дроссели $Др_1$—$Др_3$ уменьшают время переключения транзисторов за счет возникновения переходного процесса в цепи управления.

Чтобы выровнять падение напряжения на транзисторах, при размыкании контактов прерывателя (прерываемый ток равен 0,8—1 *а*, а э. д. с. самоиндукции в обмотке *I* равна 200—400 *в*) между коллектором и эмиттером каждого транзистора включены резисторы $R_1$—$R_3$. Так как сопротивления этих резисторов значительно меньше внутренних сопротивлений запертых транзисторов, то э. д. с. самоиндукции распределится между транзисторами равномерно. Этим самым значительно облегчается режим работы транзисторов.

Резисторы $R_4$—$R_8$, включенные последовательно с базами транзисторов, ограничивают ток, протекающий через контакты прерывателя в первый момент после их

замыкания, создавая к тому же условия для переключения транзисторов в состояние насыщения. Диоды $Д_1$—$Д_4$ защищают коллекторные переходы транзисторов от воздействия на них полного первичного напряжения. Конденсатор $C_1$ блокировочный. Кнопка *Кн*, которая расположена на стартере, замыкает резисторы $R_{10}$ и $R_{11}$ при запуске двигателя стартером.

Активное сопротивление обмотки *I* катушки зажигания должно находиться в пределах 1,5—1,9 *ом*, а индуктивность ее не должна превышать 10 *мгн*. Индуктивность дросселей $Др_1$—$Др_3$ порядка 10 *мгн*.

В системе использованы следующие детали: резисторы $R_1$—$R_3$ типа МЛТ-2; резисторы $R_4$—$R_8$ и $R_{10}$ типа ПЭВ-10; резистор $R_9$ типа УЛМ-0,12; резистор $R_{11}$ проволочный, ГОСТ 3940—57; конденсатор $C_1$ типа МБГЦ-2 на 400 *в*.

Габаритные размеры блока системы зажигания — 154×86×90 *мм*, вес — 1,3 *кг*. Прибор рассчитан на работу в диапазоне температур от —40 до +70° С, поэтому устанавливать его лучше в кабине автомобиля.

★ ★ ★

Систему электронного зажигания, принципиальная схема которой приведена на рис. 4, можно устанавливать на любых карбюраторных двигателях внутреннего сгорания при напряжении аккумуляторной батареи 12 *в*.

Соединенные последовательно три транзистора ($T_1$—$T_3$) образуют электронный ключ. При таком включении транзисторов возникающая на первичной обмотке *I* катушки зажигания КЗ э. д. с. будет приложена сразу к трем транзисторам, что позволяет использовать в этой схеме транзисторы с невысокими значениями допустимого коллекторного напряжения. Делитель из трех одинаковых резисторов $R_1$—$R_3$ выравнивает напряжение на запертых транзисторах. Конденсаторы $C_1$—$C_3$, включенные параллельно коллекторным переходам, выравнивают скорости запирания транзисторов. Диоды $Д_1$ и $Д_2$ защищают коллекторные переходы транзисторов $T_2$ и $T_3$ от воздействия на них полного первичного напряжения. Резисторы $R_4$—$R_6$ ограничивают токи в цепи баз транзисторов, в результате чего величина тока через контакты прерывателя *К* не превышает 0,8—0,9 *а*.

Работает такая система следующим образом. При включенном замке зажигания *Вк*, после замыкания контактов прерывателя *К*, транзисторы отпираются, так как на их базы (через цепочку: обмотка *IV* трансформатора $Тр_1$, резисторы $R_4$—$R_6$ и диоды $Д_1$ и $Д_2$) будет подано отрицательное напряжение. Почти весь ток будет проходить через отпертые транзисторы и первичную обмотку *I* катушки зажигания. Через делитель $R_1$—$R_3$ и конденсаторы $C_1$—$C_3$ ток практически не протекает, так как их сопротивления много больше сопротивлений участков эмиттер-коллектор отпертых транзисторов.

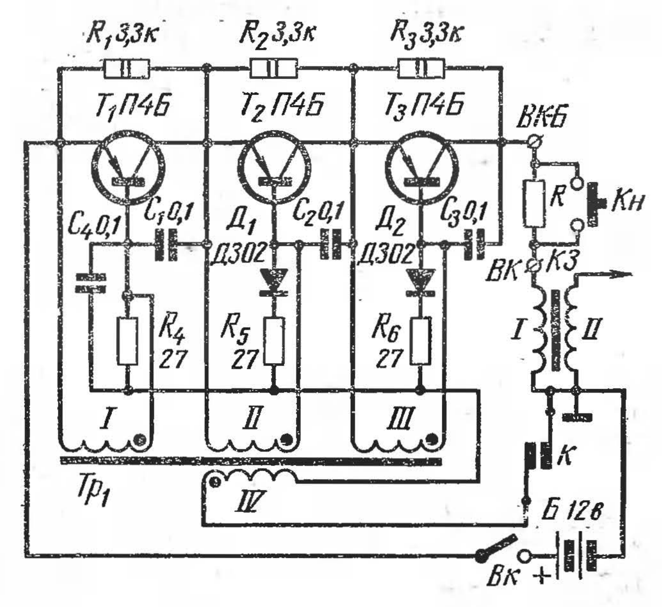



Рис. 4

При размыкании контактов прерывателя *К* базы транзисторов и обмотки *I—III* трансформатора $Тр_1$ практически мгновенно отключаются от минуса батареи *Б* и транзисторы запираются. Процесс запирания транзисторов при этом ускоряется, так как обмотки *I—III* трансформатора $Тр_1$ включены таким образом, что, когда ток, протекающий через обмотку *IV*, прерывается, то в этих обмотках наводится э. д. с., плюс которой бу-

дет приложен к базе транзистора, а минус к его эмиттеру.

При замыкании контактов прерывателя э. д. с. в обмотках *I*—*III* будут иметь обратную полярность, и процесс отпирания транзисторов значительно ускорится.

Прерывание тока, протекающего через первичную обмотку *I* катушки зажигания, сопровождается появлением во вторичной обмотке *II* высокого напряжения, которое распределяется обычным распределителем по свечам зажигания.

Так как режим работы транзистора $T_1$ наиболее тяжелый, то его коэффициент усиления по току должен быть больше, чем у транзистора $T_2$, а у транзистора $T_2$ больше, чем у транзистора $T_3$. Напряжение на участке эмиттер—коллектор отпертых транзисторов не должно превышать 0,4 *в*.

Сердечник трансформатора $Тр_1$ собран из Ш-образных пластин с сечением среднего стержня 2—3 *см*² без зазора. Обмотки *I*—*III* (50 витков каждая) наматывают одновременно тремя проводами марки ПЭЛШО 0,1 и пропитывают затем бакелитовым или другим подобным лаком. Обмотка *IV* содержит 50 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,72—0,8 *мм*.

Резисторы $R_4$—$R_6$ типа ПЭВ-10. Их можно намотать проводом диаметром 0,25—0,3 *мм* из нихрома или константана на резисторах типа ВС-2. Резисторы $R_1$—$R_3$ типа МЛТ-2.

* * *

Очень простая контактно-транзисторная схема зажигания приведена на рис. 5. Транзисторный ключ собран на трех транзисторах ($T_1$—$T_3$), соединенных последовательно. Для выравнивания обратного напряжения на транзисторах между их эмиттерами и коллекторами включены резисторы $R_1$—$R_3$. Наличие переменных резисторов $R_4$ и $R_5$ позволяет подогнать режим работы транзисторов $T_1$ и $T_2$ к режиму работы транзистора $T_3$. Через резисторы $R_7$—$R_9$ и развязывающие диоды $Д_1$—$Д_3$ подается отрицательное напряжение на базы транзисторов. Резистор $R_{10}$ ограничивает общий ток в цепи баз транзисторов до 0,7—0,9 *а* (ток через контакты прерывателя).

Наладить эту систему зажигания просто. Точку 2 отключают от минуса источника питания (между контактами прерывателя вставляют изоляционную пластинку) и при помощи потенциометров $R_4$ и $R_5$ устанавливают напряжения на участках коллектор—эмиттер транзисторов $T_1$—$T_3$ одинаковыми. Вынув изоляционную пластинку, замеряют напряжения на участках коллек-

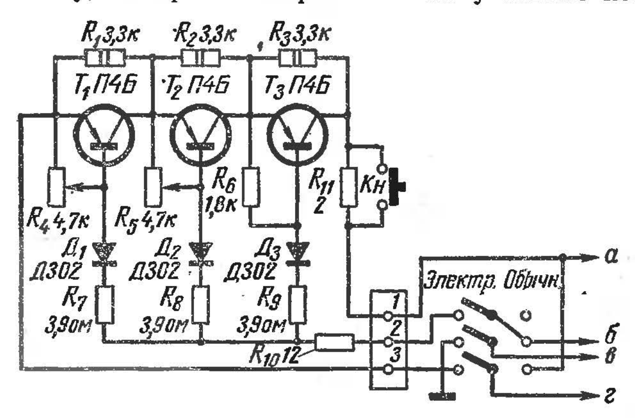



*Рис. 5* *а* — плюс бобины (ВК—Б); *б* — к контактам прерывателя; *в* — минус бобины (ВК); *г* — к замку зажигания.

тор—эмиттер всех транзисторов; они должны быть порядка 0,3 *в*. Величину этого напряжения устанавливают подбором сопротивления резистора $R_{10}$ при общем токе в цепи баз 0,7—0,9 *а*, а равенства этих напряжений добиваются подбором сопротивлений резисторов $R_7$—$R_9$.

Резисторы $R_1$—$R_3$ типа МЛТ-2, резисторы $R_7$—$R_{10}$ типа ПЭВ-10, резистор $R_{11}$ проволочный. При пуске двигателя он закорачивается кнопкой *Кн*.

Трехполюсный переключатель позволяет быстро перевести автомобиль с электронного зажигания на обычное (если минус аккумулятора соединен с массой).

Вместо транзисторов П4Б можно использовать транзисторы типа П209, П210, П213—П217 с любыми буквенными индексами.

★ ★ ★

Для увеличения срока службы контактов прерывателя необходимо уменьшать ток, протекающий по ним.

В то же время для надежного искрообразования ток в первичной обмотке катушки обычной системы зажигания должен быть порядка 5—7 *а*. Таким образом, плотность тока в контактах прерывателя в момент их разрыва очень высока. Если контакты прерывателя использовать для управления промежуточным ключевым устройством, разрывающим цепь первичной обмотки катушки зажигания, ток через контакты прерывателя можно значительно уменьшить. Схема такой контактно-транзисторной системы зажигания приведена на рис. 6.

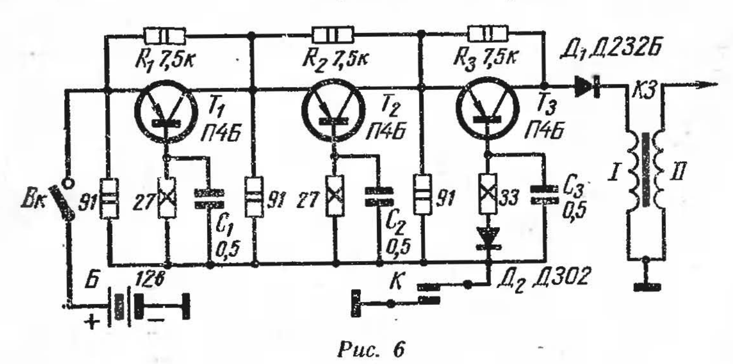



*Рис. 6*

Поясним принцип и особенности работы такой системы зажигания. Когда контакты прерывателя *К* замкнуты, транзисторы $T_1$—$T_3$ насыщены (находятся в проводящем состоянии) и через обмотку *I* катушки зажигания протекает ток. В момент размыкания контактов прерывателя *К* цепи питания баз транзисторов разрываются и транзисторы запираются. В этот момент в обмотке *I* появляется импульс напряжения 250—350 *в*, а в обмотке *II* — импульс высокого напряжения (свыше 18 *кв*).

Далее контакты прерывателя замыкаются и процесс повторяется.

В схему введены некоторые элементы, значительно повышающие ее надежность. Резисторы $R_1$—$R_3$ позволяют уравнять обратные напряжения на коллекторах транзисторов $T_1$—$T_3$, что предохраняет их от пробоя.

В схемах подобного типа очень часто выходит из строя транзистор $T_3$. Это объясняется тем, что коллекторный переход открывается из-за положительной полу-

волны переходного процесса в обмотке *I*. Для предотвращения пробоя этого перехода служит диод $Д_1$. Для ускорения запирания транзисторов в их базовые цепи введены конденсаторы $C_1$—$C_3$.

В схеме могут быть использованы транзисторы типа П4А—П4Д или П209, П210; резисторы типа МЛТ-2, ВС-2 и конденсаторы типа БМ, МБМ и им подобные.

## Контактно-тиристорные системы зажигания

С появлением новых полупроводниковых приборов — кремниевых управляемых диодов (тиристоров) — появились электронные системы зажигания (так называемые

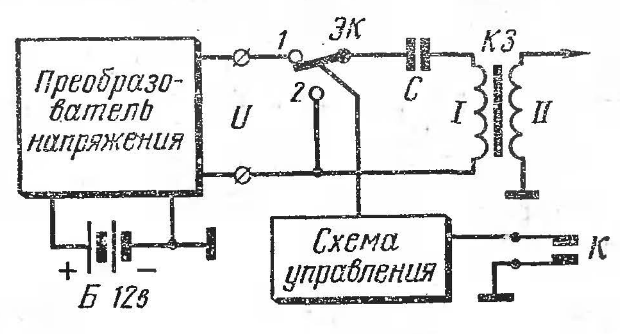



*Рис. 7*

конденсаторные), принцип действия и работа которых отличаются от ранее рассмотренных.

Конденсаторная система зажигания состоит из преобразователя, электронного ключа *ЭК*, схемы управления электронным ключом и накопительного конденсатора *С* (рис. 7). При замкнутых контактах прерывателя *К* электронный ключ находится в положении *1*, и конденсатор *С* заряжается до напряжения $U=200$—$400$ *в*. Это напряжение получается на выходе преобразователя, который преобразует низкое напряжение аккумуляторной батареи *Б* в постоянное высокое напряжение *U*. В момент размыкания контактов прерывателя *К* система управления перебрасывает электронный ключ в положение *2*, и конденсатор *С* будет разряжаться через первичную обмотку катушки зажигания. При

этом вся запасенная энергия электрического поля конденсатора перейдет в энергию магнитного поля катушки. Далее процесс образования вторичного напряжения в катушке зажигания аналогичен выше рассмотренным схемам.



Электронная система зажигания, принципиальная схема которой приведена на рис. 8, хорошо зарекомендовала себя на практике. Конструктивно она выполнена в виде двух блоков. В блоке *1*, который обычно устанавливается в кабине автомобиля, смонтирован преобразователь напряжения и диоды $Д_1$—$Д_4$, а в блоке *2*, который крепится непосредственно или рядом с катушкой зажигания, смонтированы остальные элементы схемы: накопительный конденсатор $C_1$, тиристор $Д_5$, схема управления и коммутации.

*Рис. 8*

Преобразователь напряжения собран по схеме с общим коллектором. Напряжение питания на преобразователь подается от аккумуляторной батареи через контакты *3* и *4* разъема $P_1$. Это напряжение, приложенное к коллекторам транзисторов и средней точке *О* обмотки трансформатора $Тр_1$, способствует возникновению тока,

который будет протекать по параллельно соединенным цепям, состоящим из резисторов $R_1$, $R_2$, $R_3$, $R_4$ и транзисторов $T_1$ и $T_2$.

Из-за разброса параметров резисторов и транзисторов ток, в какой-то половине (например, в обмотке *I*) первичной обмотки трансформатора $Тр_1$ будет несколько больше, чем в другой. Э. д. с., возникающие при этом в обмотках *III* и *IV*, будут стремиться отпереть транзистор $T_1$ и запереть транзистор $T_2$. Это приводит к увеличению тока в обмотке *I*. Дальнейшее увеличение тока происходит лавинообразно, и транзистор $T_1$ полностью отпирается, а транзистор $T_2$ запирается.

В таком состоянии схема будет находиться до тех пор, пока магнитный поток в сердечнике трансформатора не достигнет насыщения, то есть скорость изменения магнитного потока значительно уменьшится. А следовательно, уменьшится и э. д. с. в обмотках трансформатора. Ток в обмотках резко уменьшится, что вызовет появление в них э. д. с. противоположных полярностей, и транзистор $T_1$ будет запираться, а транзистор $T_2$ отпираться. Процесс этот происходит лавинообразно, и ток через транзистор $T_2$ достигнет максимального значения.

Периодическое изменение тока в первичной обмотке трансформатора $Тр_1$ вызывает изменение магнитного потока, и во вторичной обмотке наводится переменное напряжение 200—400 *в*, которое выпрямляется с помощью выпрямительного моста (диоды $Д_1$—$Д_2$).

Через резисторы $R_1$ и $R_2$ осуществляется подача напряжения начального смещения на базы транзисторов, а резисторы $R_3$ и $R_4$ ограничивают токи в базовых цепях. Диоды $Д_1$—$Д_4$ рассчитаны на рабочее напряжение, используемое для заряда накопительного конденсатора. Кроме того, они должны выдерживать воздействие импульсных нагрузок, которые возникают при замыкании накоротко выхода преобразователя тиристором в момент его включения.

Схема управления в рассматриваемой системе зажигания осуществляет формирование запускающего импульса на управляющем электроде тиристора, который подается на него в момент размыкания контактов прерывателя *K*. Схема работает следующим образом. После замыкания контактов прерывателя через первичную обмотку *I* трансформатора $Тр_2$ и резистор $R_6$ будет про-

текать ток, величина которого зависит от сопротивлений резистора и обмотки. В момент замыкания контактов прерывателя во вторичной обмотке *II* возникает импульс напряжения отрицательной полярности, который шунтируется диодом $Д_6$, и тиристор $Д_5$ не отопрется.

При размыкании контактов прерывателя *К* в обмотке *I* возникает э. д. с. самоиндукции, которая наводит в обмотке *II* импульс напряжения положительной полярности. Этот импульс отпирает тиристор, его внутреннее сопротивление становится ничтожно мало, и накопительный конденсатор $C_1$ будет разряжаться на первичную обмотку катушки зажигания.

Для того чтобы предотвратить запуск тиристора при «дребезге» контактов прерывателя, то есть не мгновенно после их замыкания, а спустя некоторое время (2—3 *мсек*), подбирают постоянную времени цепочки, образуемую обмоткой *I* трансформатора $Тр_2$ и резистором $R_6$. В первоначальный момент после замыкания контактов прерывателя индуктивное сопротивление обмотки *I* велико и почти весь ток будет протекать через диод $Д_7$. За время переходного процесса ток через диод будет уменьшаться, а в обмотке *I* — увеличиваться и тем самым дребезг контактов прерывателя не будет влиять на работу схемы. Переход от электронной системы зажигания к обычной осуществляют довольно просто: из разъема $Р_3$ вынимают вставку $Р_4$ и вставляют ее в разъем $Р_5$.

К электропитанию автомобиля электронная система подсоединяется через монтажную планку *Пл*, которая крепится непосредственно к выводам *ВК-Б* и *ВК* катушки зажигания при помощи специальных медных кронштейнов к контактам планки *2* и *4* соответственно. При этом провод, который раньше шел к клемме *ВК-Б*, присоединяется к контакту *1* планки *Пл;* провод, который раньше шел к клемме *ВК*, присоединяется к контакту *3*, а провод от прерывателя присоединяется к контакту *5*.

Отдельный проводник с контакта *5* разъема $Р_5$ присоединяется к клемме катушки зажигания, не имеющей обозначения (на планке *Пл* контакт *0*).

Обмотки трансформатора $Тр_1$ намотаны на кольцевом сердечнике из материала 34НКМП, толщина ленты 0,1 *мм*, ширина 10 *мм;* наружный диаметр сердечника 56 *мм*, внутренний — 36 *мм*. Обмотки *I* и *II* имеют по

43 витка провода ПЭВ-2 0,9; обмотки *III* и *IV* — 14 витков провода ПЭВ-2 0,35; обмотка *V* — 1580 витков провода ПЭВ-2 0,31. Для сердечников других типов данные трансформатора $Тр_1$ приведены в таблице (провод марки ПЭВ-2):

| Тип сердечника | Материал | Толщина пластин, *мм* | *I* и *II* | | *III* и *IV* | | *V* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Число витков | Диаметр провода, *мм* | Число витков | Диаметр провода, *мм* | Число витков | Диаметр провода, *мм* |
| Витой, разрезной ШЛ10×2 | Э-350 | 0,08 | 23 | 0,86 | 7,5 | 0,35 | 800 | 0,23 |
| Тороидальный 32/50×16 | Э-350 | 0,08 | 32 | 1,16 | 11 | 0,35 | 1110 | 0,31 |
| Ш16×16 | Э-350 | 0,15 | 35 | 1,0 | 10 | 0,3 | 1140 | 0,2 |

Обмотки с одинаковым числом витков для лучшей симметрии генератора преобразователя необходимо наматывать сразу в два провода. Сначала наматывают обмотку *V* и пропитывают ее бакелитовым лаком, а затем обмотки *I* и *II* и симметрично им обмотки *III* и *IV*.

Две обмотки малогабаритного трансформатора $Тр_2$ типа МИТ-4 намотаны на ферритовом сердечнике с наружным диаметром 17, внутренним 7 и высотой 5 *мм*. Число витков 150 каждая, провод ПЭВ-2 0,3. При необходимости запускать два тиристора, включенных последовательно, наматывается еще одна, точно такая же обмотка.

Резисторы $R_1$—$R_4$ типа МЛТ-1 (или другого типа), $R_5$ — типа МЛТ-0,5, $R_6$ — проволочный или типа МЛТ-2. Конденсатор $C_1$ типа МБГЧ-1-750.

* * *

Большое распространение получила система электронного зажигания, принципиальная схема которой приведена на рис. 9. Она может быть установлена на любом карбюраторном двигателе внутреннего сгорания при напряжении источника питания 12 *в*.

Двухтактный преобразователь напряжения, собранный по схеме с общим коллектором на транзисторах $T_1$ и $T_2$, преобразует постоянное напряжение источника питания 12 *в* в переменное 400 *в*, которое после выпрямительного моста (диоды $Д_1$—$Д_4$) используется для зарядки накопительного конденсатора $C_2$.

Начальное отрицательное напряжение смещения на базы транзисторов подается с помощью резисторов $R_1$

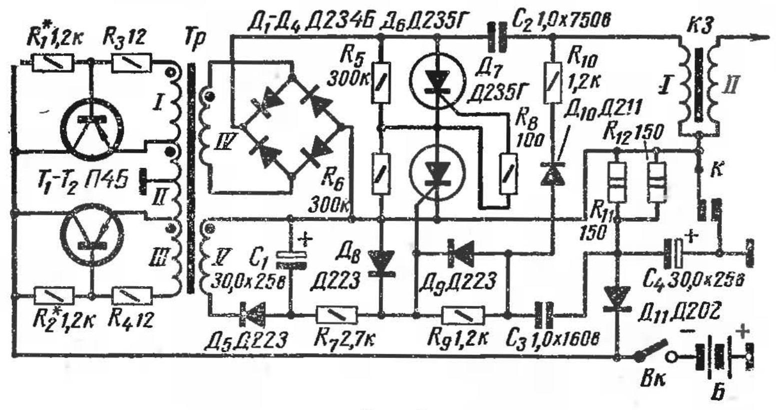



*Рис. 9*

и $R_2$, а резисторы $R_3$ и $R_4$ предназначены для ограничения токов в базовых цепях.

В момент поворота ключа зажигания *Вк* напряжение питания подается на преобразователь и на обмотках *IV* и *V* трансформатора *Тр* появляются напряжения 400 и 12 *в* соответственно. Если контакты прерывателя в этот момент разомкнуть, то на управляющий электрод тиристора $Д_7$ с обмотки *V* через диод $Д_5$ и резистор $R_7$ подается отрицательное запирающее напряжение, и оба тиристора ($Д_6$ и $Д_7$) будут заперты. Диод $Д_8$ ограничивает это напряжение до 0,6—0,7 *в*. Накопительный конденсатор $C_2$ заряжается от 0 до 400 *в*.

После замыкания контактов прерывателя *К* конденсатор $C_3$ через цепочку: диод $Д_8$, резистор $R_9$ и диод $Д_{11}$ зарядится почти до напряжения батареи *Б*. Резистор $R_9$ ограничивает ток заряда конденсатора $C_3$ и предотвращает влияние дребезга контактов прерывателя при их замыкании.

При размыкании контактов прерывателя *К* конденсатор $C_3$ начинает разряжаться через цепочку, состоящую из диода $Д_9$, управляющего электрода тиристора $Д_7$ и резисторов $R_{11}$ и $R_{12}$. Благодаря обратной связи, которая осуществляется через цепочку $R_{10}$, $Д_{10}$ отпирающее напряжение подается на управляющий электрод тиристора $Д_7$ в виде короткого запускающего импульса положительной полярности. Тиристор $Д_7$ при этом отопрется, вызывая тем самым отпирание тиристора $Д_6$. Внутреннее сопротивление отпертых тиристоров резко уменьшается, первичная обмотка *I* катушки зажигания оказывается подключенной к заряженному накопительному конденсатору $C_2$, и напряжение на ней в течение 1—2 *мксек* увеличится от 0 до 400 *в*. Генерация преобразователя напряжения в этот момент срывается, так как отпертые тиристоры шунтируют его выходную обмотку *IV*. Разряд накопительного конденсатора $C_2$ будет происходить через первичную обмотку *I* катушки зажигания, и вся запасенная энергия электрического поля конденсатора перейдет в энергию магнитного поля катушки. Далее процесс образования высокого вторичного напряжения в обмотке *II* катушки зажигания аналогичен предыдущим схемам.

Одновременно с разрядом конденсатора $C_2$ конденсатор $C_3$ через резистор $R_{10}$ и диод $Д_{10}$ вновь заряжается.

Индуктивность первичной обмотки катушки зажигания, конденсатор $C_2$ и отпертые тиристоры $Д_6$ и $Д_7$ образуют колебательный контур, в котором возникают затухающие колебания. В тот момент времени, когда ток в этом контуре будет равен нулю (в первую половину периода), тиристоры запираются. Но преобразователь напряжения не запустится, так как напряжение на конденсаторе $C_2$ к этому моменту меняет свой знак и достигает максимального отрицательного значения, и ток в контуре будет протекать в прямом направлении через открытые диоды $Д_1$—$Д_4$, которые шунтируют обмотку *IV* трансформатора преобразователя и не дают возможности ему запуститься. В конце первого периода ток в контуре вновь будет равен нулю, и преобразователь запускается. Начинается зарядка накопительного конденсатора $C_2$, и цикл повторяется.

Транзисторы $T_1$ и $T_2$ крепятся на теплоотводящий ра-

диатор площадью не менее 100 *см*². Тиристоры и диоды $Д_{11}$ изолированы от корпуса с помощью слюдяных прокладок толщиной 0,05—0,1 *мм*. Резисторы $R_1$, $R_2$, $R_5$—$R_{10}$ типа МЛТ; резисторы $R_3$, $R_4$, $R_{11}$ и $R_{12}$ типа ВС. Конденсаторы $C_1$ и $C_4$ типа ЭТО-1; конденсаторы $C_2$ типа МБГЧ-1 $C_3$ типа МБМ. Сердечник трансформатора *Тр* тороидальный, типа ОЛ 25/40-12,5 из ленточной стали типа ХВП толщиной 0,08 *мм*. Можно использовать и другой сердечник, имеющий такое же сечение и ту же среднюю длину магнитной силовой линии. Количество витков обмоток трансформатора следующее: *I* — 15 (10) витков провода ПЭВ-2 0,3; *II* — 50+50 (35+35) такого же провода; *III* — аналогична первой; *IV* — 1660 (1160) витков провода ПЭЛШО 0,18 и *V* — 50—35 витков ПЭВ-2 0,3. В скобках указано число витков при использовании Ш-образных пластин в качестве сердечника трансформатора сечением 1,6 *см*².

Обмотку *IV* наматывают первой и затем пропитывают ее бакелитовым лаком. Затем наматывают обмотки *I*, *III*, *V* и в последнюю очередь обмотку *II*.

Вместо двух тиристоров можно использовать один тиристор типа ВКУ-10, который ставят на место тиристора $Д_7$. В этом случае резисторы $R_5$, $R_6$ и $R_8$ не нужны.

Вместо транзисторов типа П4Б можно использовать транзисторы типа П209, П210, П213—П217.

Описываемая система зажигания нормально работает с четырехцилиндровым четырехтактным двигателем до 10 000 *об/мин*, а с восьмицилиндровым до 5000 *об/мин*.

Принципиальная схема электронного зажигания для автомобилей, в которых с массой соединен отрицательный полюс аккумуляторной батареи, показана на рис. 10. Работает эта система аналогично предыдущей, с той лишь разницей, что постоянное отрицательное напряжение смещения на управляющий электрод тиристора $Д_7$ подается непосредственно от батареи *Б*. Поэтому отпала необходимость в обмотке *V* трансформатора *Тр*, диоде $Д_5$ и конденсаторе $C_1$.

Можно использовать и тиристоры типа КУ201К (УД-63Ж) или КУ201Л (УД-63К). При этом принципиальные схемы зажигания (см. рис. 9 и 10) остаются без изменений, но включение этих тиристоров в схему иное (см. рис. 11).

Схема электронного зажигания, пригодная для работы с любой полярностью соединения с массой и не зависящая от величины напряжения аккумуляторной батареи, приведена на рис. 12. Здесь напряжение смещения

*Рис. 10*

на управляющий электрод тиристора и заряд конденсатора $C_3$ осуществляется от выпрямителя, собранного на диодах $Д_5$—$Д_8$ и конденсаторе *C*. Данные трансформатора *Тр* те же, что и для схемы на рис. 9, кроме обмотки *V* — она содержит 75 витков провода ПЭВ-2 0,4.

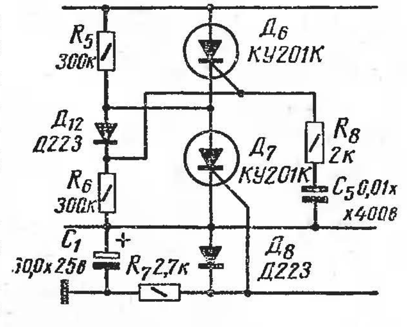



*Рис. 11*

Если к массе автомобиля присоединен плюс аккумуляторной батареи, то необходимо поменять местами провода, идущие к преобразователю и изолировать транзисторы от корпуса. От величины напряжения питания зависят только данные обмотки *II* трансформатора *Тр* и сопротивления резисторов $R_1$—$R_4$. Для повышения надежности запуска преобразователя

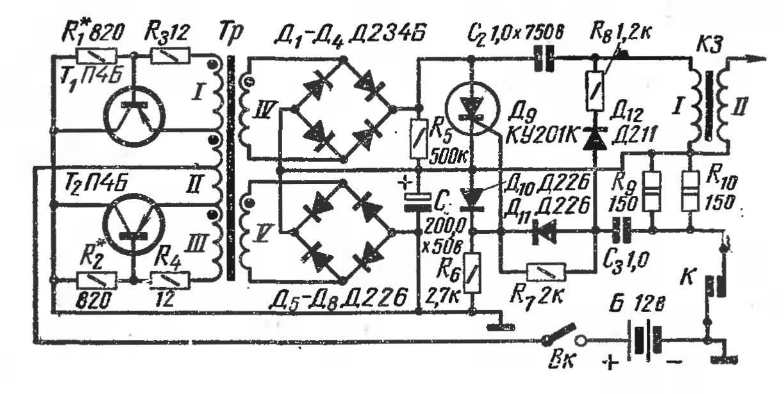



*Рис. 12*

при низких температурах воздуха сопротивления резисторов $R_1$ и $R_2$ уменьшены до 820 *ом*; чем меньше коэффициенты усиления по току транзисторов $T_1$ и $T_2$, тем меньше сопротивления этих резисторов.



Система зажигания, которая описывается ниже, позволяет снизить потребление электроэнергии от бортовой сети автомобиля, уменьшить ток через контакты прерывателя и тем самым продлить срок их службы. Кроме того, система надежна в работе, так как имеет малое количество элементов.

Как видно из схемы рис. 13, преобразователь напряжения, собранный на транзисторах $T_1$ и $T_2$, резисторах $R_1$ и $R_2$ и конденсаторе $C_1$, преобразует постоянное напряжение аккумуляторной батареи 12 *в* в высокое (250—350 *в*) переменное.

В момент, когда контакты прерывателя *К* замкнуты, на повышающей обмотке *III* трансформатора $Тр_1$ появляется переменное напряжение, которое выпрямляется с помощью мостовой схемы, собранной на диодах $Д_1$—$Д_4$. Конденсатор $C_4$ через первичную обмотку катушки зажигания заряжается выпрямленным током до напряжения порядка 350 *в*. В это время через контакты прерывателя течет ток, равный приблизительно 0,2 *а*.

При размыкании контактов прерывателя на управляющий электрод тиристора $Д_6$ подается положительный импульс напряжения амплитудой 12 *в*. Тиристор отпирается, и конденсатор $C_4$ разряжается на первичную обмотку *I* катушки зажигания *КЗ*. Вследствие этого во вторичной обмотке *II* появляется высокое напряжение, необходимое для искрообразования.

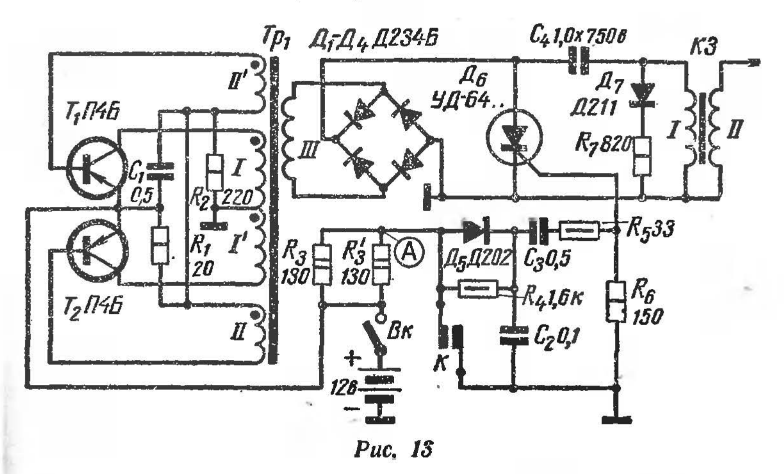



Рис. 13

Для нормальной работы схемы и защиты ее от так называемого дребезга контактов прерывателя служит фильтр, собранный на элементах $Д_5$, $R_4$, $C_2$, $C_3$ и $R_5$. Резистор $R_6$ необходим для прохождения начального тока в цепи управляющего электрода тиристора.

В момент размыкания контактов прерывателя генерация преобразователя срывается и восстанавливается только после того, как они вновь замкнутся.

После образования искры в свече зажигания в обмотке *I* катушки зажигания образуется выброс напряжения, который при выключенном тиристоре может превысить его пробивное напряжение. Для уменьшения амплитуды выброса используется демпфирующая цепочка, состоящая из диода $Д_7$ и резистора $R_7$.

Используемый в трансформаторе $Тр_1$ сердечник пермаллоевый, тороидальный с наружным диаметром 30—35 *мм*, а внутренним 20—27 *мм* при ширине ленты 10—12 *мм* (сечение сердечника должно быть 0,7 *см*$^2$).

Возможно применение и Ш-образного сердечника из того же материала и сечения. Данные обмоток трансформатора следующие: базовые обмотки *I* — по 12 витков ПЭВ-2 0,3—0,35; коллекторные обмотки *II* — по 48 витков ПЭВ-2 0,8—1,0; повышающая обмотка *III* — 1 200 витков ПЭЛШО 0,15—0,18.

Резисторы типа МЛТ-2, ВС-2, УЛИ. Все конденсаторы типа МБМ на 160 *в*; $C_4$ типа МБГЧ-1-750.

Заканчивая рассмотрение электронных систем зажигания, необходимо отметить, что при их установке на автомобиль надо отключить провод, идущий от клеммы ВК катушки зажигания к реле стартера. В противном случае этот провод будет замыкать вход электронного блока с его выходом и получить выходное напряжение на вторичной обмотке катушек зажигания не удастся.

Литература

**Глезер Г. Н. и др. ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ.** М., «Машиностроение», 1967.

**Моргулев А. С., Сонин Е. К. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ.** М., «Энергия», 1968.

**Галкин Ю. М. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ.** М., «Машиностроение», 1967.